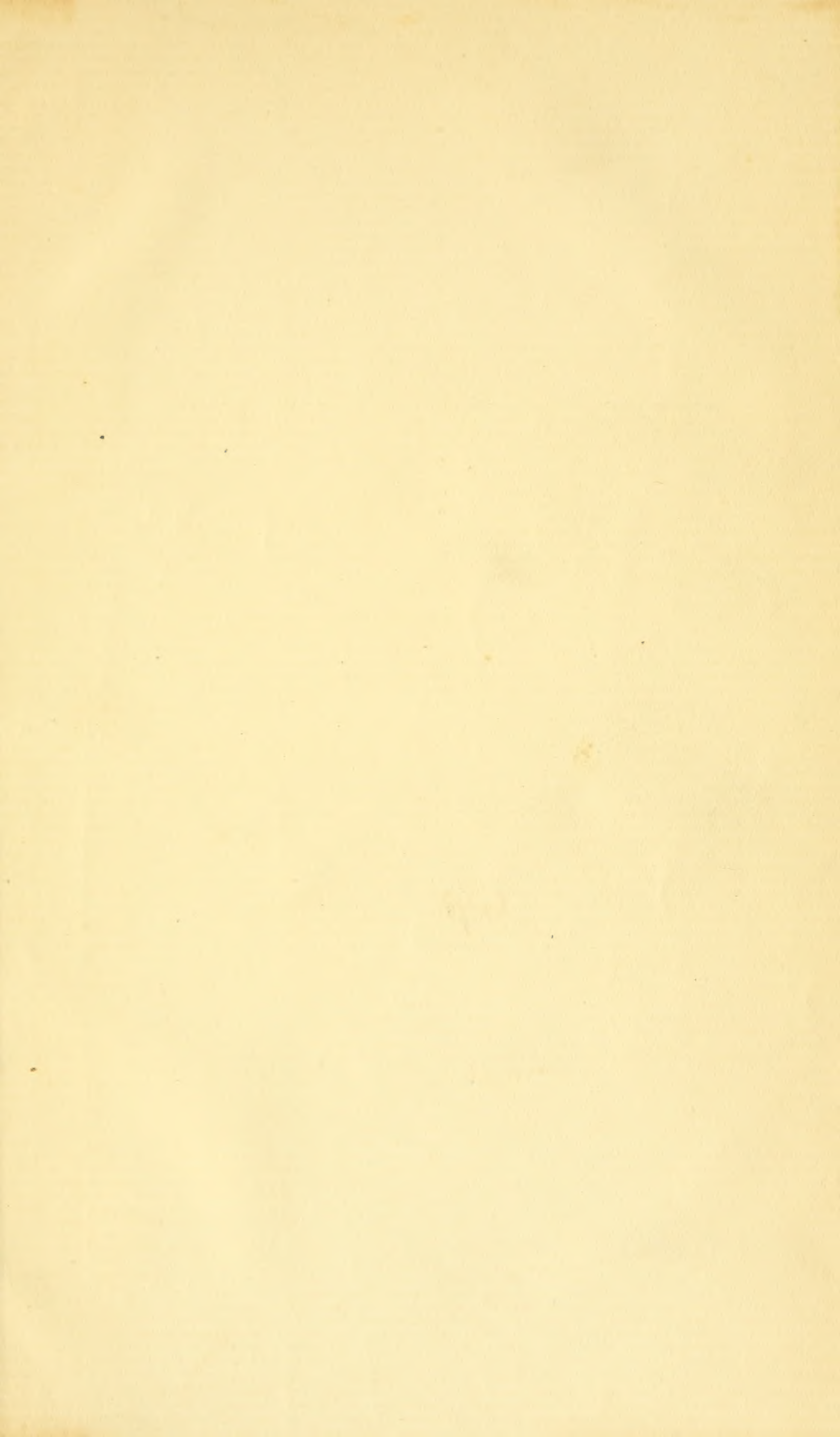
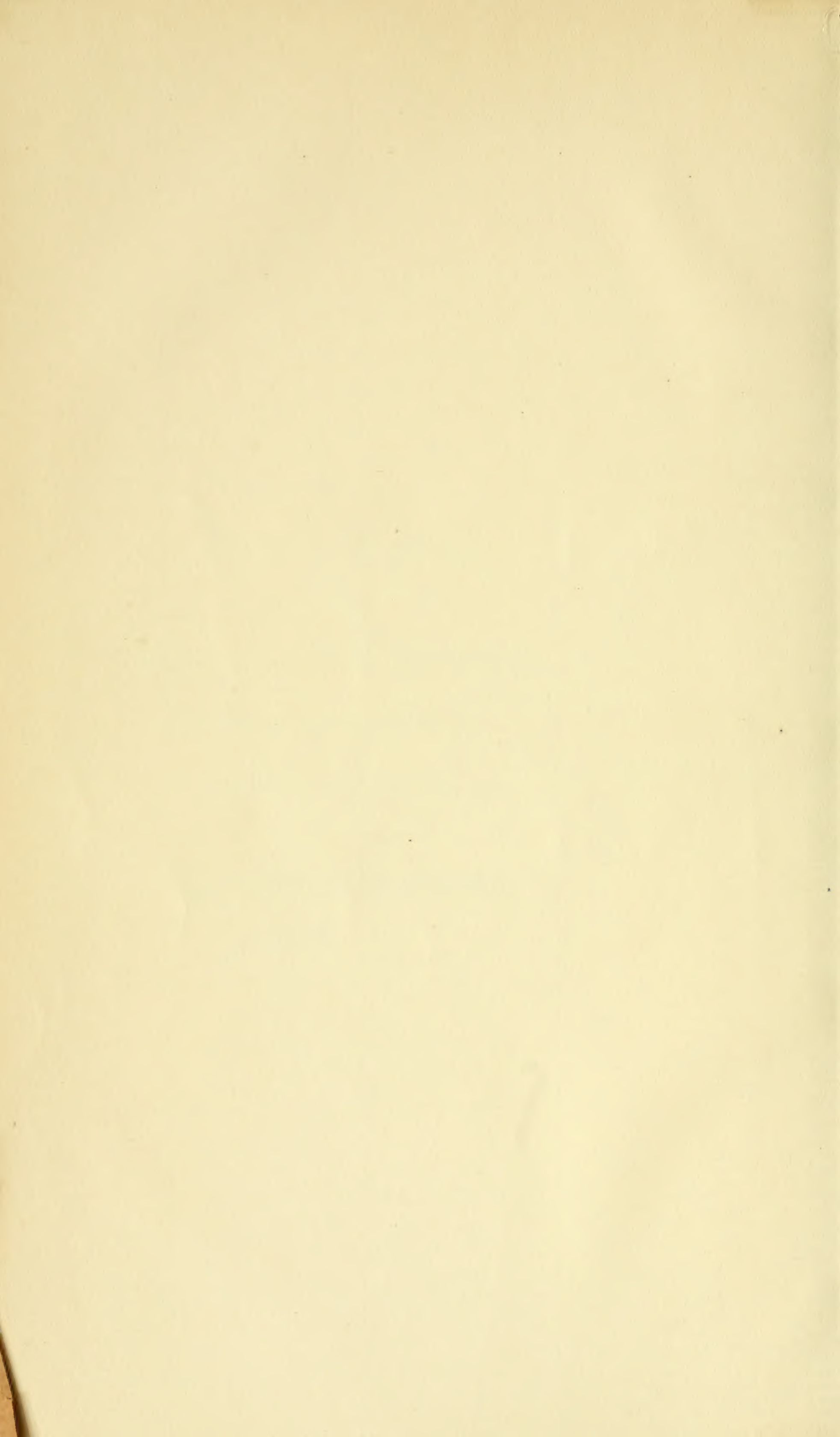


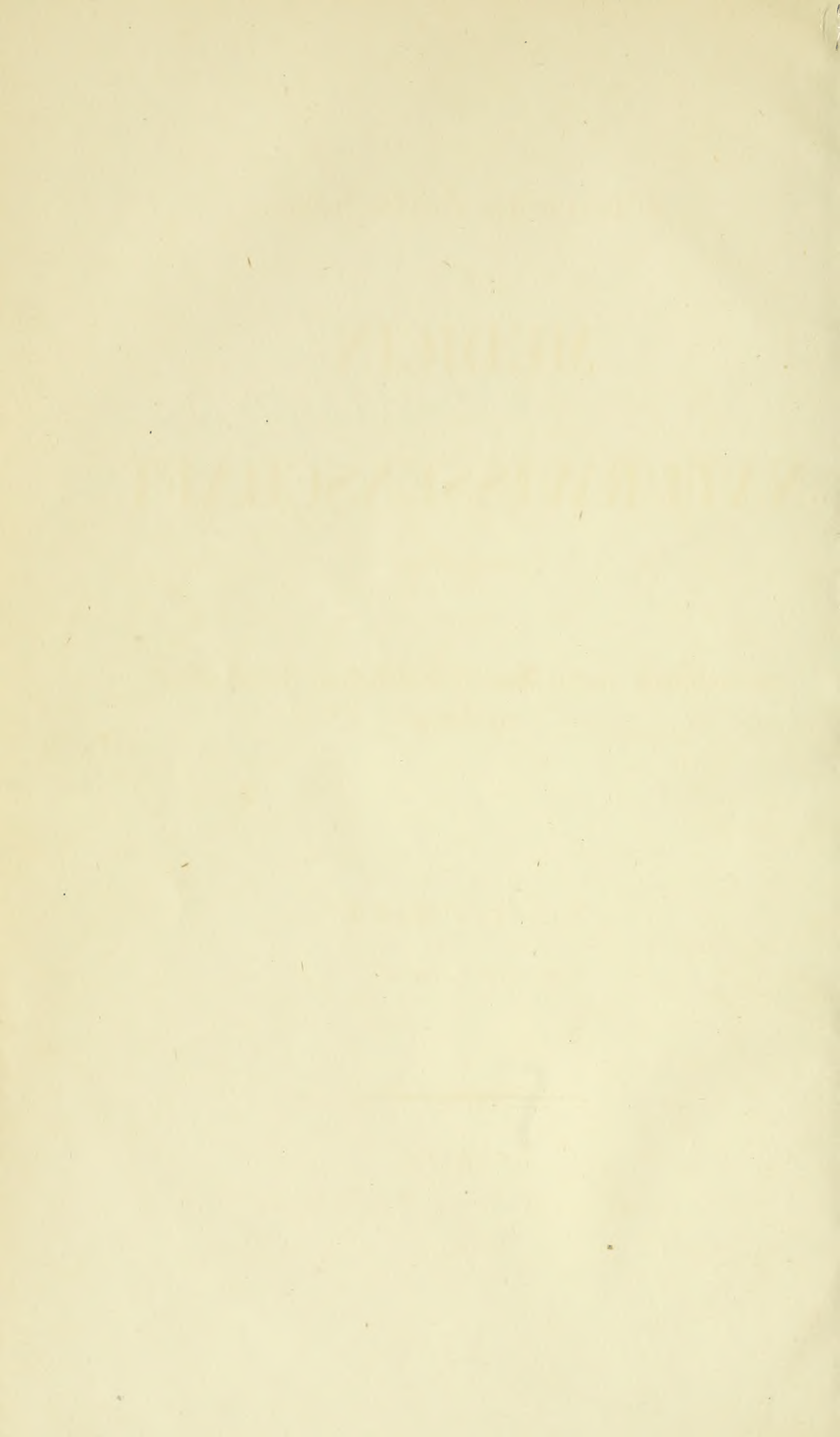








Alex Agassiz



Jenaische Zeitschrift

für

MEDICIN

und

NATURWISSENSCHAFT

herausgegeben

von der

medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft
zu Jena.

Vierter Band.

Mit sieben Tafeln.

Leipzig,
Verlag von Wilhelm Engelmann.
1868.

Inhalt.

Kleinere Mittheilungen.

Ueber Oxamid und Harnstoff.

Versuche von **E. Scheitz, J. E. Marsh** und **A. Geuther.**

Mitgetheilt von

A. Geuther.

Die Bildung der Amide aus Säure und Ammoniak lässt sich durch folgende Gleichung ausdrücken:

$$\text{Säure} + b\,NH^3 = 2.\,b\,HO + \text{Amid},$$

wobei b die Zahl bedeutet, welche die Basicität der Säure angiebt. Das heisst: für je 1 Mgt. Ammoniak, welches in Verbindung geht treten 2 Mgte Wasser aus. In Bezug auf den Ursprung des Letzteren sind zwei Möglichkeiten denkbar, entweder stammt dasselbe nämlich aus Wasserstoff und Sauerstoff der Säure, oder aber ist es aus Wasserstoff des Ammoniaks und Sauerstoff der Säure gebildet worden. Die erstere Auffassungsweise ist nur möglich für Säuren, welche wenigstens 2 b Wasserstoff enthalten, d. h. für alle einbasischen Säuren mit wenigstens 2 Mgtn. Wasserstoff, für alle zweibasischen Säuren mit wenigstens 4 Mgtn. Wasserstoff, für alle dreibasischen Säuren mit wenigstens 6 Mgtn. Wasserstoff u. s. f., während die andere für alle Säuren ohne Ausnahme Anwendung finden kann, da das einwirkende Ammoniak immer mehr Wasserstoff enthält, als solcher in Form von Wasser auszutreten hat. Liesse sich nun zeigen, dass die erstere Auffassungsweise für jene erwähnten Säuren die am meisten berechtigte sei, fände bei ihrer Verwandlung in Amide nur die Auswechslung gleicher Volumina Wasser gegen Ammoniak statt, so würden diejenigen Säuren, welche diese Auffassungsweise nicht zuliessen als eine besondere Classe von den andern zu trennen sein. Für diese aber, deren Anzahl bis jetzt eine sehr geringe ist und als deren Hauptrepräsentanten bei den Kohlenstoffsäuren, auf die es uns zunächst hier ankommt, die Kohlen-

Es wurde 1 Mgt. bei 100° getrockneten Harnstoffs mit 1 Mgt. Ameisensäure (erhalten aus trockenem ameisensauren Bleioxyd und trocknem Schwefelwasserstoff) in einem Kochfläschchen zusammengebracht und selbiges, da nach einiger Zeit bei gewöhnlicher Temperatur keine Einwirkung zu bemerken war, mit einem umgekehrten Kühler in Verbindung gebracht und allmählich im Wasserbade auf 100° erhitzt. Der Harnstoff ging hierbei in Lösung. Als die Einwirkung einige Zeit gedauert hatte, wurde der Inhalt durch freies Feuer bis zum Sieden erhitzt. Da eine Gasentwicklung begann wurde nach kurzer Zeit das Feuer entfernt und erkalten gelassen. Die dabei immer dicker werdende Flüssigkeit erstarrte nun zu einem Brei kleiner weisser Krystalle, ihrem Aussehen nach wesentlich verschieden von denen des Harnstoffs und des ameisensauren Ammoniaks. Sie waren im absoluten Alkohol sehr schwer löslich und konnten damit von noch vorhandenem Harnstoff, etwa gebildetem ameisensauren Ammoniak und der Ameisensäure befreit werden. Sie entwickelten mit kalter Natronlauge übergossen kein Ammoniak. Um zu sehen, ob sie ameisensaurer Harnstoff seien, wurde der Versuch wiederholt, aber nachdem der Harnstoff in Lösung gegangen war sogleich verschlossen und erkalten gelassen. Nach Verlauf von etwa 12 Stunden erschienen aber grosse durchsichtige säulenförmige Krystalle von Harnstoff. Nach weiterem Verlauf von 24 Stunden ruhigen Stehens fingen die Harnstoffkrystalle an einzelne weisse Puncte zu zeigen, deren Menge sich nach und nach bedeutend vermehrte und deren Ansehen ganz dem der zuerst erhaltenen glich. Sie sind, wie ihre Untersuchung gezeigt hat, in der That die nämliche Verbindung.

Die mit absolutem Alkohol vollkommen abgewaschene und bei 100° getrocknete Verbindung gab bei der Analyse folgende Zahlen:

I. 0,2603 grm. gaben 0,2664 grm. Kohlensäure, entspr. 0,07265 grm. = 27,9 Proc. Kohlenstoff und 0,1111 grm. Wasser, entspr. 0,01234 grm. = 4,7 Proc. Wasserstoff.

II. 0,2518 grm. lieferten 0,2579 grm. Kohlensäure und 0,1126 grm. Wasser, entspr. 0,07034 grm. Kohlenstoff = 27,9 Proc. und 0,01251 grm. Wasserstoff = 4,9 Proc.

Zur Bestimmung des Stickstoffs wurden verwandt: 0,208 grm. und erhalten 55,7 CC. Stickstoff bei 6°,5 und 732,5 Mm. Barometerstand, was bei 0° und 760 Mm. Druck 51,9 CC. ausmacht, die entsprechen: 0,06521 grm. = 31,4 Proc. Stickstoff.

Daraus berechnet sich für sie die Formel: $C^2H^4N^2O^4$.

	ber.	gef. I.	gef. II.
C^2	= 27,3	27,9	27,9
H^4	= 4,5	4,7	4,9
N^2	= 31,8	—	31,4
O^4	= 36,4	—	—
	100,0		

Die Bildung der Verbindung findet nach der Gleichung statt:

$$CH^4N^2O^2 + CH^2O^4 = C^2H^4N^2O^4 + 2\,HO.$$

Obwohl dieselbe also die Zusammensetzung des Oxamids besitzt, so ist sie doch nur metamer und nicht identisch mit demselben, wie die folgenden Eigenschaften beweisen.

Sie löst sich leicht in Wasser, sehr schwer in kaltem, leichter in heissem abs. Alkohol. Aus letzterer Lösung krystallisirt sie nach dem Verdunsten des Alkohols unverändert, aus der wässrigen Lösung erhält man sie nicht wieder, mag man in der Wärme oder über Schwefelsäure in der Kälte das Wasser verdunsten lassen, sie zerfällt dabei in Ameisensäure und Harnstoff, welch letzterer zurückbleibt, während die erstere mit dem Wasser verdunstet und bei genügender Concentration durch ihren Geruch wahrgenommen werden kann. Natronlauge entbindet in der Kälte aus ihr kein Ammoniak, was sofort geschieht, wenn sie damit gekocht wird. In der zurückbleibenden Flüssigkeit ist Ameisensäure enthalten, sie wurde mit verdünnter überschüssiger Schwefelsäure daraus frei gemacht, überdestillirt und an ihren Reactionen erkannt. Wird die wässrige Lösung des Ameisenharnstoffs mit gefälltem, fein geschlemmten Quecksilberoxyd gekocht und heiss filtrirt, so erhält man nach dem Erkalten eine geringe Menge einer weissen dichten Substanz, ganz vom Aussehen des Harnstoff-Quecksilberoxyds. Dabei findet keine Metallreduction statt. Dieselbe tritt erst nach längerem Erhitzen ein oder wenn man das Filtrat über Schwefelsäure eindunsten lässt und zwar auch da erst, wenn die Verdunstung nahezu vollendet ist.

Zu den charakteristischen Eigenschaften des Ameisenharnstoffs gehört noch die bei 159° unverändert zu einer farblosen Flüssigkeit, die beim Erkalten wieder weiss erstarrt, zu schmelzen. Wird derselbe über diese Temperatur erhitzt (was im Oelbad geschah), so beginnt er bald sich zu zersetzen., Zuerst erscheint reichlich Ammoniak, dann Cyanwasserstoff, als Rückstand bleibt Cyanursäure und poröse Kohle. Als die Temperatur 190° erreicht hatte trat ausserdem noch ein ölförmiges flüchtiges Product in geringer Menge auf. Dasselbe löste sich in

Wasser und gab nach dem Kochen mit kohlensaurem Natron und Ansäuern mit Schwefelsäure ein saures Destillat, welches Silberlösung reducirte. Darnach könnte dasselbe Formamid gewesen sein, das sich auf analoge Weise gebildet haben würde, wie das Acetamid beim Erhitzen des Acetyl-Harnstoffs oder das Benzamid beim Erhitzen des Benzoyl-Harnstoffs. Seine Menge ist nur sehr gering, der grösste Theil desselben wurde wohl in Blausäure und Wasser zersetzt. Bei 200° wird der noch zähflüssig erscheinende Rückstand durch Aufschäumen schwarz und zu poröser Kohle.

Herr Scheitz hat nun noch versucht, ob sich der Ameisenharnstoff aus Formamid und Cyansäure nach der Gleichung:

$$CO^2H^3N + CNO,HO = C^2H^4N^2O^4$$

darstellen lasse, und zu dem Ende auf völlig trocknes Formamid die Dämpfe von Cyansäure geleitet. Dabei verwandelte sich ein grosser Theil der Letzteren in Cyamelid, während ein anderer zersetzend auf das Erstere einwirkte, indem er unter Wasserentziehung dessen Uebergang in Blausäure veranlasste, aber Ameisenharnstoff konnte nicht aufgefunden werden.

Da somit dem Mitgetheilten zufolge das Oxamid nicht Formylharnstoff ist, so bleibt für dasselbe die erstere Deutung als Azo-Glycocoll oder Azo-Glycolamid noch übrig. Die im Folgenden mitgetheilten Versuche sind von diesem Standpunct aus unternommen worden.

Oxamid und Ameisensäure.

Die Einwirkung stärkerer Mineralsäuren auf das Oxamid ist bekannt. Man weiss, dass es durch die Hydrate derselben oder bei Gegenwart von Wasser leicht in Oxalsäure und Ammoniak verwandelt wird, ein Verhalten, welches es mit dem Glycolamid, das leicht in Glycolsäure und Ammoniak zerfällt, theilt, nicht aber mit dem Glycocoll, das sich mit den Säuren verbindet. Von der Wirkung starker Kohlenstoffsäuren auf das Oxamid ist nur bekannt, dass Essigsäure ohne Wirkung ist (Henry und Hisson). Ebenso verhält sich, wie Herr Marsh fand, reine Ameisensäure, selbst wenn dieselbe im Ueberschuss längere Zeit im verschlossenen Rohr mit Oxamid auf 100° erhitzt wird. Bei 125° dagegen findet schon Zersetzung statt, es ist Druck vorhanden und es strömt beim Oeffnen des Rohrs ein mit blauer Flamme brennendes Gas, Kohlenoxyd, aus. Die Temperatur wurde unter mehrmaligem Oeffnen des Rohrs schliesslich bis 250° gesteigert und immer das gleiche Resultat erhalten. In dem Maasse als die Temperatur eine erhöhte geworden war fand die Bildung grösserer Krystalle im Innern statt und

schliesslich war die ganze Menge Oxamid in diese verwandelt. Sie erwiesen sich als oxalsaures Ammoniak. Die Ameisensäure zerfällt also hierbei in Kohlenoxyd und Wasser, welch letzteres das Oxamid in oxalsaures Ammoniak verwandelt. Es entsteht also kein Ameisen-Oxamid (Formyloxamid), wie es der Fall hätte sein müssen, wenn sich das Oxamid dem Harnstoff analog verhalten hätte oder wie es der Fall hätte sein können, wenn Oxamid und Glycocoll Analogie zeigten.

Oxamid und Essigsäureanhydrid.

Beide Körper wurden im verschlossenen Rohr von 140° allmählich auf 160° erhitzt, ohne dass, eine geringe Bräunung des überschüssigen Anhydrids ausgenommen, Veränderung eingetreten wäre. Sie waren beide noch als solche vorhanden, wie die Trennung derselben mittelst absol. Alkohols zeigte

Oxamid und Benzoësäureanhydrid.

Beim Erhitzen der beiden Substanzen im offenen Rohr auf 170° findet nach den Versuchen von Herrn Marsh keine Einwirkung statt, denn wenn die Masse mit Alkohol behandelt wird, bleibt Oxamid unverändert übrig. Erhitzt man aber bis 200° und behandelt die Masse auf gleiche Weise, so lässt sich in dem Rückstand, welchen die alkoholische Lösung liefert, durch überschüssige Natronlauge nicht in der Kälte, wohl aber beim Kochen Ammoniak frei machen, ein Zeichen, dass Benzamid entstanden ist. Oxalsäure konnte in dem übrig gebliebenen Oxamid nicht nachgewiesen werden. Das bei dieser Temperatur gleichzeitig sich bildende Sublimat enthält neben Benzoësäure gleichfalls Benzamid.

Dieses Verhalten des Oxamids zu den Anhydriden unterscheidet es gleichfalls wesentlich vom Harnstoff, wie wir weiter unten zeigen werden. Ob das Glycolamid mit ihm darin übereinstimmt ist nicht untersucht, ebensowenig das Verhalten der Anhydride zu Glycocoll. Von Letzterem ist es wahrscheinlich, dass es damit die zum Theil schon bekannten zusammengesetzten Glycocolle bilden wird (mit Essigsäureanhydrid z. B. das von Kraut und Hartmann erhaltene Acetylglycocoll).

Oxamid und Kupferoxyd.

Schon Toussaint [1]), welcher auf Veranlassung des Einen von uns das Verhalten des Oxamids zu Kupferoxydhydrat untersuchte, fand,

---

1) Ueber d. Oxaminsäure. Inaug. Dissert. Göttingen 1861.

dass sich dasselbe damit zu verbinden vermag, aber nicht in der Weise, wie das Glycocoll, welches bekanntlich unter Austritt von Wasser das Metalloxyd aufnimmt, sondern so, dass es direct Kupferoxyd aufnimmt, in ähnlicher Weise, wie es Dessaignes [1]) schon früher mit Quecksilberoxyd beobachtet hat. Die entstehende Verbindung besitzt nach Toussaint die ungewöhnliche Zusammensetzung: $2\,C^2H^4N^2O^4$, $5\,CuO$. Herr Marsh hat diese Verbindung von Neuem auf die von Toussaint angegebene Weise durch Kochen von überschüssigem Oxamid mit Kupferoxydhydrat dargestellt und durch die Analyse die von Letzterem dafür angegebene Zusammensetzung bestätigt gefunden.

Dieselbe Verbindung entsteht ferner auch sofort, wenn man zu einer heissen Oxamidlösung neutr. essigsaures Kupferoxyd giesst, oder beim Erwärmen, wenn man die Lösungen kalt zusammenbringt, jedesmal unter Freiwerden von Essigsäure. Zur Darstellung wurde nach der ersteren Art verfahren und von der Lösung des Kupfersalzes so lange zugefügt, bis die Flüssigkeit die Farbe derselben zeigte. Nach dem Absetzen des Niederschlages wurde noch warm abgegossen und ersterer wiederholt mit siedendem Wasser behandelt, so lange als beim Erkalten desselben noch eine Oxamidabscheidung stattfand. Die auf diese Weise erhaltene Verbindung besitzt alle Eigenschaften der auf andere Art erhaltenen, nur ist die Farbe derselben etwas lebhafter grün. Herr Marsh fand bei der Analyse derselben folgende Zahlen: 0,7712 grm. über Schwefelsäure getrockneter Substanz gaben mit Natronlauge zersetzt 0,4165 Kupferoxyd = 54,0 Proc. und oxalsauren Kalk, dessen Kalkgehalt nach dem Glühen 0,2279 grm. betrug; daraus berechnen sich 0,0976 grm. = 12,6 Proc. Kohlenstoff. Das überdestillirte Ammoniak lieferte Platinsalmiak, der nach dem Glühen 0,7877 grm. Platin hinterliess, was 0,1117 grm. = 14,5 Proc. Stickstoff entspricht.

	ber.		gef.		Toussaint. gef.
C^4	= 12,8	47,0	12,6	47,8	—
H^8	= 2,1		—		
N^4	= 15,0		14,5		
O^8	= 17,1		—		
5 CuO	= 53,0		54,0	53,5	53,7
	100,0				

Das Oxamid-Kupferoxyd stellt ein leichtes, lockeres, sehr hygroskopisches Pulver dar und wird, wie schon Toussaint gefunden hat,

1) Annal. de chim. et de phys. 3. Ser. T. XXXIV. p. 144.

durch stärkere Mineralsäuren zerlegt. Wirken dieselben in der Kälte darauf ein, so löst sich das Kupferoxyd allein und das Oxamid bleibt zurück. Ebenso wirkt conc. Essigsäure und conc. Ammoniak, verdünnte Essigsäure und verdünntes Ammoniak dagegen sind fast ohne Wirkung. Wird die Verbindung in Wasser vertheilt der Einwirkung von Schwefelwasserstoff ausgesetzt, so wird sie gleichfalls leicht zersetzt. Aus dem abgeschiedenen Schwefelkupfer kann durch Kochen mit Wasser leicht das Oxamid ausgezogen werden. Das Oxamid-Kupferoxyd ist ungemein beständig in der Wärme. Toussaint verwandte zu seinen Analysen bei 140° getrocknete Substanz; aber es kann ohne wesentlichen Gewichtsverlust zu erleiden, noch höher erhitzt werden: ein Beweis, dass dasselbe eine völlig wasserfreie Substanz ist.

Herr Marsh fand, als er die über Schwefelsäure getrocknete Verbindung einer allmählich steigenden Temperatur während 8 Tagen aussetzte, dass dieselbe bei 140° 1,6 Proc., bei 160° 2,1 Proc., bei 180° 3 Proc. und bei 190° 3,6 Proc. verloren hatte und von unverändertem Aussehen war. Erst bei 194° beginnt die Zersetzung unter Schwärzung und nun ist der Verlust bedeutend, bei 200° betrug er schon 39,0 Proc. und nach dem Erhitzen auf 220° ist das Gewicht des schwarzen Rückstands nur noch 56,7 Proc. Er besteht aus fast reinem Kupferoxyd, von dem die Verbindung 53,0 Proc. enthält.

Ausser der Verbindung des Oxamids mit Kupferoxyd ist nur noch eine solche mit Quecksilberoxyd von der Formel: $Є^2H^4N^2O^4$,HgO bekannt, welche Dessaignes erhalten hat. Mit Bleioxyd und Silberoxyd konnte Pelouze [1] das Oxamid nicht vereinigen, auch uns gelang es nicht durch Kochen von Oxamidlösung mit Silberoxyd eine Veränderung beider Substanzen wahrzunehmen. Eine Lösung von essigsaurem Silberoxyd wird durch eine kochende Oxamidlösung gleichfalls nicht verändert. Ebenso verhält sich eine neutrale essigsaure Bleilösung; wird Oxamidlösung aber zu einer Lösung von bas. essigsaurem Bleioxyd gefügt, so entsteht sofort ein starker Niederschlag, welcher indess kein Oxamid in Verbindung enthält, sondern nur Oxalsäure und wahrscheinlich der nämliche ist, den Pelouze [2] erhielt, als er die wässrige Lösung des Oxamids mit wenig Ammoniak versetzt zu salpeter- oder essigsaurer Bleioxydlösung fügte, nämlich bas. oxalsaures Bleioxyd: 6 PbO,$Є^2O^6$.

Eine heisse Oxamidlösung wirkt ferner nicht ein auf die neutralen

---

1) Gmelin, Handb. Bd. V, p. 16.

2) Gmelin, Handb. Bd. IV, p. 853 u. Bd. V, p. 16.

essigsauren Salze des Eisenoxyduls, Eisenoxyds, Manganoxyduls, Nickeloxyduls, Zinnoxyduls und Quecksilberoxyds. Die Lösung des essigsauren Quecksilberoxyduls wird durch dieselbe beim Kochen reducirt.

Das eben erwähnte Verhalten des Oxamids den Metalloxyden und Salzen derselben gegenüber ist nicht allein merkwürdig des unterschiedenen Verhaltens halber, sondern auch der Art der Verbindungen wegen. Letztere entstehen nicht wie die der meisten Amide so, dass für Wasser, welches austritt, Metalloxyd eintritt, sondern es fügt sich das Metalloxyd einfach zu dem Oxamid, denn das Verhalten der Kupferoxydverbindung in der Wärme schliesst die Annahme, dass es eine wasserhaltige Verbindung sei, aus. Es ist ferner nicht anzunehmen, dass die Kupferverbindung eine Art basischer Verbindung ist, obwohl in ihr $2\frac{1}{2}$ Mgte Kupferoxyd auf 1 Mgt. Oxamid kommen, da sie unter Freiwerden von Essigsäure entsteht.

Von anderen Amiden, welche sich mit Metalloxyden direct vereinigen sind uns ausser dem Harnstoff keine bekannt. Denn die von FEHLING [1]) mit Bisuccinamid dargestellten Bleioxydverbindungen sind nach den Untersuchungen TEUCHERT's [2]) als Succinaminsäure-Salze zu betrachten. In gleicher Weise ist offenbar die von ARPPE [3]) mit dem homologen Bipyrotartramid erhaltene Bleiverbindung ($2\,C^5H^7NO^4, 5PbO, 5HO$) aufzufassen, als ein anderthalb basisches Bleioxydsalz einer Pyrotartraminsäure.

$$2\,C^5H^7NO^4,\ 5\,PbO,\ 5\,HO = [2\,(C^5H^8NO^5,\ PbO) + 3\,(PbO, HO)].$$

Ob eine Verbindung, welche das Fumaramid mit Quecksilberoxyd bildet, und von der DESSAIGNES [4]) blos die Quecksilberbestimmung ausgeführt hat, ohne irgend etwas anderes von ihr zu sagen, als dass sie ein weisses Pulver darstelle, hierher gehört, ist ganz zweifelhaft.

Durch die Fähigkeit des Oxamids sich mit gewissen Metalloxyden direct zu vereinigen, unterscheidet sich dasselbe wesentlich von dem Glycocoll. Ob das Glycolamid nicht im Stande ist sich mit den Oxyden gewisser schweren Metalle in analoger Weise zu vereinigen ist bis jetzt nicht untersucht worden. Die Angaben über das Verhalten des ihm homologen Lactamids lauten nur dahin, »dass sich in wässriger Lactamidlösung kein unlösliches Oxyd löst« (BRÜNING) [5]). Käme aber auch

1) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 49, p. 196.
2) Ebend. Bd. 134, p. 155.
3) Ebend. Bd. 87, p. 235.
4) Annal. de chim. et de phys. 3. Ser. T. XXXIV, p. 145.
5) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 104, p. 197.

dem Glycolamid die Fähigkeit, solche Verbindungen wie das Oxamid zu bilden, nicht zu, so würde daraus doch keineswegs die oben erwähnte Ansicht als unzutreffend gefolgert werden können.

Oxamid und Wasserstoff.

Um zu sehen, ob im Oxamid ein Theil oder der ganze Stickstoffgehalt gegen Wasserstoff ausgewechselt und es in Glycocoll oder Glycolamid oder Glycolsäure übergeführt werden könne, unterwarf Herr Scheitz dasselbe der Einwirkung von Zink und Essigsäure, welche letztere für sich keine Einwirkung darauf äussert, wie schon Henry und Plisson fanden und wir bestätigen können. In einem Kolben wurde das Oxamid mit Zink und viel Wasser in Berührung gebracht und langsam Essigsäure in dem Maasse, als die Wasserstoffentwicklung gering wurde, zugefügt. Der Kolben wurde bis etwa 60° erwärmt und so lange stehen gelassen, als beim Erkalten eine Oxamidabscheidung noch wahrgenommen werden konnte, was etwa 8 Tage lang währte. Darauf wurde aus der Flüssigkeit das Zink mit Schwefelwasserstoff entfernt und dieselbe schliesslich im Wasserbade zur Trockne gebracht. Es hinterblieb eine strahlig krystallinische, in Alkohol lösliche Masse, die schon in der Kälte mit Natronlauge Ammoniak entwickelte. Sie besass saure Reaction und stimmte in ihrem Aussehen mit dem sauren Ammoniaksalz der Glycolsäure, wie es Heintz [1]) beschrieben hat, überein. Ein Theil derselben wurde in Wasser gelöst, mit Kalkhydrat gekocht, wobei Ammoniak entwickelt wurde, aus dem Filtrat der überschüssige Kalk durch Kohlensäure entfernt und zur Krystallisation eingedampft. Die erhaltenen Krystalle hatten ganz das Aussehen von glycolsaurem Kalk. Das bei 100° getrocknete Salz gab nach dem Glühen 23,2 Proc. Kalk; der glycolsaure Kalk enthält 22,9 Proc. Es war demnach wirklich glycolsaurer Kalk und das Oxamid also in Glycolsäure und Ammoniak verwandelt worden. Die Entstehung von Glycocoll konnte hierbei nicht wahrgenommen werden.

Harnstoff und Essigsäureanhydrid.

Das Verhalten des Harnstoffs zu den Mineralsäuren und einer Reihe von Kohlenstoffsäuren ist bekannt. Er bildet damit Verbindungen, in welchen er die Rolle einer einsäurigen Basis spielt. Er zeigt also das Verhalten, wie es von einem Azo-hydroxymethylamin wohl erwartet

---

1) Poggendorff, Annal. Bd. 114, p. 440.

werden kann. Das Verhalten des Harnstoffs zu Säureanhydriden ist bis jetzt nicht untersucht gewesen.

Wird Harnstoff mit Essigsäureanhydrid (1 Mgt. des ersteren auf 2 Mgte des letzteren) einige Zeit bis zum Siedepunct des Anhydrids erhitzt und dann erkalten gelassen, so scheidet sich auf Zusatz von Wasser Acetylharnstoff aus, der durch Umkrystallisiren aus heissem Wasser leicht rein erhalten werden kann. Nur wenn die Erhitzung längere Zeit fortgesetzt worden ist, enthalten die Krystalle etwas Cyanursäure beigemengt. Durch Kochen der wässrigen Lösung mit kohlensaurem Silberoxyd kann diese leicht entfernt werden. Er besitzt alle die Eigenschaften, wie sie Zinin [1]) für denselben angegeben hat.

I. Unmittelbares Product etwas cyanursäurehaltig.
0,2161 grm. gaben 0,276 grm. Kohlensäure, entspr. 0,07527 grm. = 34,8 Proc. Kohlenstoff und 0,1136 grm. Wasser. entspr. 0,01262 grm. = 5,9 Proc. Wasserstoff.

II. Mit kohlensaurem Silberoxyd gereinigtes Product.
0,2455 grm. gaben 0,3185 grm. Kohlensäure, entspr. 0,086869 grm. = 35,4 Proc. Kohlenstoff und 0,136 grm. Wasser, entspr. 0,01511 grm. = 6,1 Proc. Wasserstoff.

	ber.	gef.	
		I.	II.
C^3	= 35,3	34,8	35,4
H^6	= 5,9	5,9	6,1
N^2	= 27,5	—	—
O^4	= 31,3	—	—
	100,0		

Der Acetyl-Harnstoff entsteht nach der Gleichung:

$$CH^4N^2O^2 + 2\,C^2H^3O^3 = C^3H^6N^2O^4 + C^2H^4O^4.$$

Seine Bildung geht so leicht von statten, dass dies die bequemste Methode seiner Darstellung ist.

Harnstoff und Benzoësäureanhydrid.

Erhitzt man Benzoësäureanhydrid mit Harnstoff zu gleichen Mischungsgewichten, so findet bei 120° die Schmelzung des Harnstoffs unter dem geschmolzenen Anhydrid statt, ohne dass ein gleichförmiges

1) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 92, p. 403.

Gemisch entstände; auch durch Umschütteln kann ein solches nicht erhalten werden. Lässt man erkalten, so krystallisirt der Harnstoff wieder unter dem flüssigen Anhydrid. Hält man die Temperatur aber einige Zeit bei 120°, so tritt vollständige Mischung der Flüssigkeiten ein und beim Erkalten entsteht eine terpenthinartige Masse, die selbst nach tagelangem Stehen nur wenig Krystallbildung zeigt. Sie löst sich vollkommen und leicht in absolut. Alkohol, enthält demnach keinen Benzoyl-Harnstoff. Wird dieselbe einer Temperatur von 140—150° längere Zeit ausgesetzt, so beginnt die Abscheidung kleiner säulenförmiger Krystalle. Hat die Erhitzung lange genug gedauert, so krystallisirt beim Erkalten die ganze Masse wieder leicht. Wird dieselbe nun mit kaltem absol. Alkohol behandelt, so bleibt ein Rückstand von Cyanursäure und Benzoyl-Harnstoff, während neben überschüssigem Anhydrid Benzamid in Lösung geht. Durch wiederholtes Umkrystallisiren aus ammoniakalischem Wasser entfernt man die Cyanursäure, welche in Lösung bleibt und erhält man den Benzoyl-Harnstoff in farblosen nadelförmigen Krystallen, die in kaltem Wasser sehr schwer löslich sind. Sie besitzen die von Zinin dafür angegebenen Eigenschaften, sie krystallisiren aus Alkohol in Blättchen, schmelzen gegen 200° (208°), geben auf dem Platinblech vorsichtig erhitzt zuerst den Geruch von Benzonitril und hinterlassen einen Rückstand von Cyanursäure, im Röhrchen über ihren Schmelzpunct erhitzt beginnt die Masse zu schäumen und erfüllt sich mit Nadeln von Cyanursäure, indem Benzamid sublimirt.

Die Ausbeute an der Verbindung ist immer nur gering, da das Wasser, welches vom Benzoësäureanhydrid fortzugehen hat, sich, wie mir scheint, nicht zu letzterem begiebt und damit Benzoësäure bildet, sondern zersetzend auf Harnstoff einwirkt. Man bemerkt in der That auch während der Operation immer eine Gasentwicklung.

Die Analyse mit wenig Substanz (0,1097 grm.) ausgeführt, hat kein ganz genaues Resultat ergeben, es wurden nämlich gefunden: 55,6 Proc. Kohlenstoff und 5,4 Proc. Wasserstoff, während der Benzoyl-Harnstoff: 58,5 Proc. Kohlenstoff und 4,9 Proc. Wasserstoff verlangt. Das oben angeführte Verhalten der Substanz lässt indess keinen Zweifel, dass sie der Hauptsache nach diese Verbindung war.

Als einmal gleiche Mischungsgewichte Harnstoff und Benzoësäureanhydrid im Luftbad rasch auf 180° erhitzt wurden, fand lebhafte Gasentwicklung statt, es entwich viel Ammoniak und es bildeten sich in der geschmolzenen Masse vollkommen farblose grosse nadelförmige Krystalle von Cyanursäure. Sie blieben nach dem Behandeln mit absolut. Alkohol allein zurück, ohne Benzoyl-Harnstoff.

Harnstoff und Metalloxyde.

Von Harnstoff sind nur Verbindungen mit Silberoxyd und Quecksilberoxyd bekannt. Sie stimmen mit den Oxamid-Metalloxyden darin überein, dass sie einfache Verbindung von Harnstoff mit den Oxyden sind und ohne Austritt von Wasser entstehen. Liebig fand für die Silberoxydverbindung die Formel: $CH^4N^2O^2, 3AgO$ und für die drei Quecksilberoxydverbindungen die Zusammensetzung $CH^4N^2O^2, 2HgO$ [1]), $CH^4N^2O^2, 3HgO$ und $CH^4N^2O^2, 4HgO$.

Die essigsauren Salze des Kupferoxyds und Quecksilberoxyds werden durch eine Harnstofflösung nicht gefällt.

Harnstoff und Wasserstoff.

In gleicher Weise wie das Oxamid hat Herr Marsh Harnstoff mit Zink und Essigsäure behandelt. Auf 12 grm. des ersteren wurden 60 grm. der letzteren angewandt. Als die Reaction zu Ende war, wurde die Flüssigkeit, in welcher noch viel Harnstoff durch Salpetersäure nachgewiesen werden konnte mit Natronlauge im Ueberschuss versetzt und destillirt. Das Uebergehende wurde in Salzsäure aufgefangen, zur Trockne gebracht, mit abs. Alkohol ausgezogen und der nach dem Verdampfen des letzteren bleibende Rückstand mit Aether-Alkohol abermals behandelt. Nachdem das Lösungsmittel wieder verdunstet war, blieb so gut wie kein Rückstand. Das Ungelöste war nichts als Salmiak.

Einen zweiten Versuch stellte Herr Marsh in der Weise an, dass er 8 grm. Harnstoff in 40 grm. Eisessig löste und diese Lösung in einem Retörtchen mit aufgerichtetem Hals, das mit einem umgekehrten Kühler verbunden war, auf überschüssige Eisenfeile goss. Es fand unter geringer Erwärmung nur geringe Gasentwicklung statt, dieselbe wurde reichlicher, als die Reaction durch Feuer unterstützt wurde. Nachdem eine Stunde lang bis zum Siedepuncte der Essigsäure erhitzt worden war, wurde die Masse noch einige Tage sich selbst überlassen. Sie war fest geworden. Sie wurde nun in viel Wasser gelöst, die Lösung zum Sieden erhitzt, abfiltrirt, mit Natronlauge im Ueberschuss destillirt und das Uebergehende in Salzsäure aufgefangen. Als dasselbe zur

---

1) Dessaignes giebt für diese die Formel: $CH^3HgN^2O^2, HgO$, indess seine analytischen Resultate, welche untereinander selbst sehr abweichen, zeigen, dass die von ihm untersuchte Substanz nicht rein war (a. a. O.).

Trockne gebracht und mit Aether-Alkohol behandelt wurde, ging nur sehr wenig in Lösung. Dieses bestand zum Theil aus Salmiak, zum Theil aber aus einem an der Luft feucht werdenden Salz, das mit Natronlauge ausser Ammoniak den Geruch von Aminbasen zeigte. Die Menge war indess so gering, dass ein wesentlicher Theil des Harnstoffs in diese Substanz nicht verwandelt sein konnte. Das in Aether-Alkohol Ungelöst gebliebene war reiner Salmiak. Es wurde also der Harnstoff auch durch dieses Reductionsverfahren nicht verändert, seine Beständigkeit reducirenden Einflüssen gegenüber ist also viel grösser als die des Oxamids.

Ueber die Zusammensetzung der Krystalle von Aethernatron.

Von

A. Geuther.

Es ist bekannt, dass wenn man Natrium auf abs. Alkohol einwirken lässt, nach dem Erkalten aus der warmen dicken Flüssigkeit völlig durchsichtige farblose nadelförmige Krystalle abgeschieden werden. Wendet man auf 1 Th. Natrium 10 Th. Alkohol an, so befindet sich nach Beendigung der Reaction Alles in Lösung oder ist wenigstens durch Erwärmen leicht in diese zu bringen; wendet man nur 8 Th. Alkohol an, so ist schon eine anhaltende Erwärmung nöthig, um dies zu erreichen und bei noch weniger Alkohol, etwa 6 Th., gelingt es gar nicht mehr eine völlige Lösung zu erhalten, auch wenn man noch während der Einwirkung für genügende Erwärmung Sorge trägt: es überzieht sich das Natrium mit weissen, undurchsichtigen, unkrystallinischen Krusten, welche die weitere Einwirkung sehr verlangsamen. Dieselben lösen sich leicht, wenn man mehr abs. Alkohol zufügt und es erscheinen dann beim Erkalten, wie in den übrigen Fällen blos jene langen klaren Krystallnadeln. Es hat nicht den Anschein, als ob die weissen Krusten und die durchsichtigen Krystalle einerlei Zusammensetzung hätten.

Um die Verbindung $\text{C}^2\text{H}^5\text{NaO}^2$ aus diesem Product der Einwirkung von Natrium auf abs. Alkohol zu erhalten, genügt es nicht es einer Temperatur von 100° auszusetzen um sämmtlichen überschüssigen Alkohol zu entfernen, man muss dieselbe vielmehr bis auf 180° steigern. Die zurückbleibende Verbindung erscheint vollkommen unkrystallinisch und zeigt an vielen Stellen noch die Gestalt der ursprünglich vorhandenen Krystalle, die aber nun das Aussehen einer stark verwitterten Substanz besitzen.

Diese Erscheinung, zusammen mit der schwierigen Verflüchtigung des Alkohols liess vermuthen, dass die zuerst entstehenden farblosen durchsichtigen Krystalle nicht blosses Aethernatron, sondern vielmehr eine Verbindung desselben mit Alkohol seien.

Die analytische Untersuchung, welche Herr Dr. Scheitz mit denselben vorgenommen, hat diese Vermuthung bestätigt und für sie die Zusammensetzung $Є^2H^5NaO^2 + 2Є^2H^6O^2$ ergeben.

Zu ihrer Darstellung verwandte Herr Dr. Scheitz ein, am einen Ende zugeschmolzenes, am andern ausgezogenes längeres Glasrohr, in dem auf 8 Th. absoluten Alkohol 1 Th. Natrium wirken gelassen wurde. Nachdem Alles durch Erwärmen in Lösung gegangen war, wurde das Rohr zugeschmolzen, nach dem Erkalten durch Umdrehen desselben die Mutterlauge von den Krystallen so viel wie möglich ablaufen gelassen und in dieser Stellung die Spitze abgebrochen und die Mutterlauge entfernt. Die Krystalle wurden dann entweder sogleich oder erst nach raschem Abwaschen mit wasserfreiem Aether, wobei sich freilich ein grosser Theil löste, aus dem unmittelbar über ihnen abgeschnittenen Rohr auf Fliesspapier gebracht, damit möglichst rasch und vollkommen abgepresst und gewogen. Abs. Alkohol löst sie noch leichter als Aether.

7,3297 grm. lieferten nach dem Lösen in Wasser und Neutralisiren mit Schwefelsäure 3,1872 grm. neutr. schwefelsaures Natron, entspr. 1,3916 grm. Natron = 19,0 Proc.

0,6122 grm. der mit Aether gewaschenen Krystalle gaben desgl. behandelt 0,2657 grm. schwefelsaures Natron entspr. 0,116 grm. oder 19,0 Proc. Natron.

	ber.	gef.	
$Є^2H^5O$	= 23,1	—	—
NaO	= 19,4	19,0	19,0
$2Є^2H^6O^2$	= 57,5	—	—

Da die Krystalle im leeren Raum über Schwefelsäure unter Verwitterungserscheinungen ihren Alkohol verlieren und zu der Verbindung $Є^2H^5NaO^2$ werden, so wurden zur Bestimmung des ersteren 6,516 grm. wohlabgepresster Krystalle über Schwefelsäure unter die Luftpumpe gebracht und während 8 Tagen unter wiederholtem Auspumpen da belassen. Das Gewicht derselben betrug nach rasch vorgenommener Wägung noch 3,583 grm., also fand ein Verlust von 2,933 grm. d. h. 45,0 Proc. statt. Sie wurden sofort wieder unter die Luftpumpe gebracht und weitere 8 Tage da gelassen. Ihr Gewicht betrug jetzt: 2,570 grm., der Gesammtverlust demnach 3,946 grm. oder 60,6 Proc. Nach weiteren 8 Tagen betrug der Gesammtverlust: 4,046 grm. oder 62,1 Proc. und nach noch weiteren 8 Tagen 4,1685 grm. oder

64,0 Proc. Man sieht, dass der bei den beiden letzten Wägungen erhaltene nahezu constante Verlust gleich ist 1,5 resp. 1,9 Proc. und offenbar nicht einem Weggang von Alkohol, der mit den Krystallen noch in Verbindung gewesen wäre zuzuschreiben ist, sondern durch den Einfluss der Feuchtigkeit der Luft auf die Substanz, während ihres Herausnehmens aus der Luftpumpenglocke und Wägens bedingt ist. Die Substanz hatte nach der zweiten Wägung, bei welcher der Gesammtverlust 60,6 Proc. betrug, bereits allen Alkohol verloren und da sie schon zweimal gewogen worden war, noch einen weiteren durchschnittlichen Verlust von 2 mal 1,7 Proc. erlitten, also in Wirklichkeit einen Verlust an verbundenem Alkohol von 60,6 Proc. minus 3,4 Proc. d. h. 57,2 Proc. ergeben. Es stimmt dies Resultat fast genau mit dem von der obigen Formel verlangten, nämlich 57,5 Proc., überein.

Ueber die Einwirkung von einfach salzsaurem Glycoläther auf Mononatriumglycolat.

Von

Dr. E. Scheitz.

Bei der Einwirkung von einfach essigsaurem Glycoläther auf Mononatriumglycolat erhielt Mohs[1]) hauptsächlich Diglycolalkohol. Da die Sauerstoffsäureäther des Glycols sich in mancher Weise aber abweichend verhalten von den Haloidäthern, so war es von Interesse zu erfahren, ob auch bei dieser Einwirkung dies der Fall sein würde.

Es wurde nach der Methode von Wurtz dargestellter einfach chlorwasserstoffsaurer Glycoläther auf in einem Retörtchen bereitetes Mononatriumglycolat gegossen, und der in die Höhe gerichtete Hals des Gefässes mit einem umgekehrten Kühler verbunden. Da bei gewöhnlicher Temperatur keine Einwirkung erfolgte, wurde das Retörtchen im Oelbad allmählich auf 130° erhitzt. Es entwich ziemlich viel eines mit blauer Flamme brennenden Gases, dessen Menge bei einer Steigerung der Temperatur auf 150° sich noch vermehrte. Nach Verlauf einiger Stunden, als kaum noch eine Gasentwicklung im Innern zu bemerken war, wurde der Retortenhals sammt Kühler geneigt gestellt und die Temperatur bis 250° gesteigert. Dabei destillirte eine gelbliche ölige Flüssigkeit. Der Retortenrückstand bestand neben Spuren einer organischen Substanz und etwas Natron aus Chlornatrium. Das Destillat bestand aus wenig unter 180° Siedendem, aus viel zwischen 194 und 196° Uebergehendem und aus wenig zwischen 235 und 245° Destillirendem. Nach mehrmaliger Rectification wurde das zwischen 194 und 196° und das zwischen 235 und 245° Uebergehende für sich gesammelt und analysirt.

---

1) Diese Zeitschrift. Bd. III. p. 15.

0,1946 grm. des ersteren lieferten 0,2674 grm. Kohlensäure, entspr. 0,07292 grm. Kohlenstoff = 37,3 Proc. und 0,1726 grm. Wasser entspr. 0,01917 grm. Wasserstoff = 9,9 Proc.

Der bei gleicher Temperatur siedende Glycolalkohol verlangt: 38,7 Proc. Kohlenstoff und 9,7 Proc. Wasserstoff; es war also demnach fast reiner Glycolalkohol.

0,3035 grm. des zweiten lieferten 0,5111 grm. Kohlensäure entspr. 0,1394 grm. Kohlenstoff = 45,9 Proc. und 0,2365 grm. Wasser, entspr. 0,0263 grm. Wasserstoff = 8,7 Proc.

Der Diäthylenalkohol, mit dem dieses Product den Siedepunct gemein hat verlangt: 45,3 Proc. Kohlenstoff und 9,4 Proc. Wasserstoff.

Eine grosse Menge der angewandten Glycolverbindungen war in jenes mit blauer Flamme brennende Gas, das offenbar nichts anderes als Aethylenoxyd war, übergeführt worden.

Die Producte der Einwirkung sind hauptsächlich also: Aethylenoxyd, und Glycolalkohol und nur sehr wenig Diglycolalkohol. Die Einwirkung verläuft demnach anders als bei der Anwendung von einfach essigsaurem Glycoläther, wobei als Hauptproduct Diglycolalkohol entsteht.

Das Verhalten des einfach essigsauren und einfach chlorwasserstoffsauren Glycoläthers zu Mononatriumglycolat ist also analog dem verschiedenen Verhalten jener Aether zu Kalihydrat.

Die Reaction verläuft nach der Gleichung:

$$C^2H^2\left\{\begin{matrix} HO \\ HO \end{matrix}\right. HCl + C^2H^2\left\{\begin{matrix} HOHO \\ HONaO \end{matrix}\right. = C^2H^2\left\{\begin{matrix} HOHO \\ HOHO \end{matrix}\right. + C^2H^2\left\{ H^2O^2 \right. + NaCl$$

Der Diglycolalkohol verdankt seine Entstehung der Einwirkung von Aethylenoxyd auf Glycol.

Der Typhus in der Kaserne zu Weimar von 1836 — 1867, mit Berücksichtigung der anderen gleichzeitigen Epidemien.

Von

Dr. L. Pfeiffer in Weimar.

Angeregt durch die Untersuchungen Buhl's über den Zusammenhang von Typhus mit den Schwankungen des Grundwassers in München, die im Verein mit den jetzt anerkannten Entdeckungen Pettenkofer's über die Hilfsursachen für Choleraepidemien der öffentlichen Gesundheitspflege ganz neue und praktisch verwerthbare Gesichtspuncte liefern, versucht Verfasser in Nachfolgendem die auffallende Typhusmorbilität zu beleuchten, wie diese in den Journalen des Weimarischen Militärspitales seit 1836 niedergelegt und ihm durch die Güte des Herrn Oberstabs- und Regimentsarztes Dr. Horn in Weimar zugänglich gemacht ist. An Stelle der jahrelang fortgeführten Grundwassermessungen in München, deren schwankender Werth so genauen Schritt hält mit den Schwankungen der Typhustodesfälle, kann Verfasser nur einige Anhaltepuncte bieten, die indessen beweisen, dass in der anscheinend so gesund und hochgelegenen Kaserne zu Weimar eine fortlaufende Kette von Typhuserkrankungen in ungünstigen Untergrundsverhältnissen ihre Ursache hat und dass das zeitweilige epidemische Auftreten des Typhus daselbst mit Feuchtigkeitsverhältnissen unterhalb der Häuser in Verbindung stehen muss.

Es findet sich der Typhus (Abdominaltyphus) in Thüringen in sehr grosser Verbreitung. Ebensowohl die volkreichen Städte an der nördlichen Abdachung des Thüringer Waldes, als Orte im Gebirge selbst liefern jedes Jahr eine grössere oder kleinere Anzahl von Erkrankungen und auch der im Westen an den Thüringer Wald sich anschliessende Gebirgsstock der Rhön hat auf seinem Basaltboden einzelne ganz verheerende Epidemien gehabt.

Fortlaufende Ketten von Typhuserkrankungen[1]) finden sich in Eisenach (Ackerhof, Untergasse, Fischerstadt), in Gotha (Gegend am Brühl), in Weimar (Graben, Brühl, Bahnhofstrasse etc.), in Apolda (Heidenberg), in Wiehe etc. und giebt die auffallende Localisation der Cholera von 1866 in denselben Districten fast Gewissheit, dass die Aetiologie dieser beiden Krankheiten sehr viel Gemeinschaftliches haben muss.

Es ist zur Zeit noch nicht genügendes Material vorhanden, um in Thüringen die Beziehungen von Typhuslocalitäten zu Cholera einerseits, und weiter zu Malaria, für welch Letztere ein räumlicher Antagonismus ebenfalls nicht zu bestehen scheint, ins Klare bringen zu können. Bei der umschriebenen Verbreitung der Cholera und bei der kleinen räumlichen Ausdehnung der Malaria in Thüringen ist die hier angeregte Frage eine mit verhältnissmässig weniger Schwierigkeiten verknüpfte und findet der neu gegründete ärztliche Verein von Thüringen hier jedenfalls ein dankbares Feld.

Nach beifolgender Uebersicht der Typhuserkrankungen ist die Vertheilung derselben über die einzelnen Monate des Jahres im Ganzen eine ziemlich gleichmässige, zumal wenn man die beiden grösseren Epidemien von 1839 und 1867 in Abrechnung bringt. Von den beiden grösseren Epidemien fällt eine in den Herbst (mit 64 Erkrankungen), die andern auf den Winter (21). Die Typhuserkrankungen der Kaserne stehen in keinem nachweisbaren Zusammenhang mit gleichen Erkrankungen in der auf dem andern Ufer der Ilm gelegenen Stadt. In den Jahren 1859—66 sind in der Stadt mehrfach gehäufte Erkrankungen von den Aerzten beobachtet worden und zum Theil von dem ärztlichen Verein zu Weimar zur Feststellung einer Typhuskarte benutzt worden, während unter dem Militär dieselben sich nicht über das Durchschnittsmittel erheben. Im letzten Jahre (1867) war im Frühjahr die Stadt fast frei und nur in den, im Rücken der Kaserne liegenden Ortschaften, Oberweimar und Ehringsdorf, kamen vereinzelte Erkrankungen vor.

Die Durchschnittsanzahl von Typhuserkrankungen beträgt nach beifolgender Zusammenstellung fast 7, und ist dieses Mittel in dem vorliegenden Beobachtungsmaterial von 31 Jahren nur 6 mal überschritten worden, in den Jahren 1839, 1840, 1841, 1856, 1857 und 1867.

Die Epidemie von 1839 (gewöhnlicher Dienstbestand in der Kaserne 5 Compagnien à 50 Mann, mit den Eingezogenen c. 500 Mann), die stärkste aller beobachteten, fällt zusammen mit der Herbsteinziehung. Es erkrankten viele der Neueingezogenen und bestätigt sich

1) Ausführlicheres in: Choleraverhältnisse Thüringens vom Verfasser. München, Oldenbourg 1867.

Tab. I.

Uebersicht der Typhuserkrankungen im Militärlazareth zu Weimar 1836 — 1867.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Sa.	Davon gestorben	Krankenbestand	Ueberhaupt gestorben
1836	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—	-		
1837	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1		
1838	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	—		
1839	2	.	.	.	1	2	2	2	24	18	13	.	64	9		
1840	2	.	.	.	.	2	1	1	.	1	1	.	8	1		
1841	2	5	2	.	4	1	.	1	.	.	1	.	16	1		
1842	.	1	1	1	1	1	.	.	1	1	.	.	7	1		
1843	1	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	4	—		
1844	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	—		
1845	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	2	4	1		
1846	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	.	3	—		
1847	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	2	—		
1848	1	.	.	.	.	.	.	.	2	1	1	.	5	—		
1849	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	2	1	756	4
1850	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	646	4
1851	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—	—	698	1
1852	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	—	637	—
1853	.	.	.	1	.	1	.	1	1	1	.	.	5	2	842	2
1854	.	.	.	.	.	.	2	4	.	.	1	.	7	2	902	4
1855	.	1	.	2	1	1	.	.	.	1	1	.	7	—	972	1
1856	1	.	1	.	.	1	1	7	.	.	1	.	12	1	888	1
1857	.	1	.	.	1	2	1	2	2	1	1	.	11	2	1048	2
1858	.	.	.	.	.	1	.	2	1	.	1	.	5	—	744	—
1859	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	2	—	1018	—
1860	.	.	.	1	.	1	.	2	1	.	.	.	5	—	974	1
1861	.	.	.	.	2	.	.	.	.	1	.	.	3	1	1118	1
1862	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	—	748	—
1863	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	2	—	1042	1
1864	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	3	—	1457	2
1865	.	.	.	.	.	.	2	1	2	1	.	.	6	1	1659	4
1866	1	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	3	1	1442	3
1867	.	7	12	2	.	.	.	.	.	.	.	.	21	4	?	?
	11	16	18	12	11	16	11	25	40	28	22	3	213	30	—	?

Mit Ausnahme der beiden grösseren Epidemien von 1839 und 1867 vertheilen sich die übrigen 128 Erkrankungen von 28 Jahren folgendermaassen:

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Sa.
9	9	6	10	10	14	9	23	16	10	9	3	128

die Thatsache, dass Umzug vom Land in die Stadt (d. h. engere Wohnräume, mehr Aufenthalt in schlechter Luft etc.) die Disposition steigert. Specielle Ursachen ausser den in früherer Zeit sehr beschränkten Wohnungsverhältnissen können nicht angegeben werden.

Für die zweitstärkste Epidemie (gewöhnlicher Dienstbestand 700 Mann) des Jahres 1867 lässt sich eine derartige Schädlichkeit nicht anführen und muss, da in den letzten 10 Jahren sowohl die Wohnungs- als auch die Nahrungsverhältnisse der Soldaten bedeutend verbessert wurden, eine Ursache dieser plötzlichen Zunahme nur in Einflüssen gesucht werden, die ausserhalb der socialen Beziehungen stehen müssen.

Die schlossähnliche Kaserne liegt weit hin sichtbar an dem Rande eines Plateaus, c. 150 Fuss über dem Spiegel der nahe vorüberfliessenden Ilm und c. 800 Fuss über dem Meere. Nach der Ilm und nach der jenseits derselben liegenden Stadt zu fällt das Terrain ziemlich steil ab, weniger steil nach SO, nach Oberweimar zu. Nach O. dehnt sich das Plateau, einzelne Terrainfalten abgerechnet, weit aus, mit zahlreichen und starken Quellen in den Terrainfalten (Papierbach von Oberweimar, Quelle im Park, Quelle im Rebhühnerpark auf den sogenannten 90 Aeckern und nach starkem Regen auf den Aeckern nach N. von der Kaserne, auf der »Grossmutter« und im Webicht).

Den geologischen Untergrund dieses Plateaus bilden theilweis dünne Muschelkalkbänke, die in bröcklichen unregelmässigen Schichten mit Letten abwechseln. Der grösste Theil aber besteht aus Alluvionen, wie sie sich jenseits der Ilm nach dem Gottesacker zu (Vorwerksgasse) finden (Lehm) und aus Kiesgeröllen, wie sie bei Süssenborn über 80 Fuss hoch zu Tage liegen.

Die Kaserne mit den Nebengebäuden liegt in einer der oben geschilderten wasserreichen Terrainfalten des Plateaus und finden sich zu beiden Seiten der ganzen Wilhelmsallee zahlreiche Brunnen. Die jetzige, im Jahre 1855 neu erbaute Kaserne ist zum Theil aus den dünnen Muschelkalkplatten gebaut, die unter dem östlichen Flügel des Gebäudes selbst gebrochen wurden. Der westliche Flügel steht auf Geröll und »Knatz« (Keuperletten ?) und hat sich nach der Vollendung des Baues so gesenkt, dass das Gebäude in der Mitte starke Risse bekommen hat. Die Abtrittsgrube befindet sich am östlichen Flügel in dem früheren Steinbruche angelegt. Die frühere Kaserne mit sehr ungünstigen Räumlichkeiten befand sich in dem jetzt zum Lazareth eingerichteten Gebäude und steht dasselbe wahrscheinlich ganz auf Alluvium. Die Brunnen am Kasernenberge haben eine wechselnde Tiefe von 18—26—30 Fuss und variiren im Wasserstand bedeutend.

Der Einfluss socialer Missstände lässt sich in Bezug auf den Aus-

bruch von Typhusepidemien beim Militär leichter übersehen, als bei der Civilbevölkerung. Es giebt die Kaserne zu Weimar den Beleg, dass ohne sociales Elend (SIMON) doch Epidemien entstehen können und ist das sociale Elend als ätiologisches Moment überhaupt ein Factor, der sich zu allen Zeiten auch unter einer relativ gesunden Bevölkerung in grösseren und kleineren Orten jederzeit nachweisen lässt. Wenn man auch der früheren Kaserne zu Weimar den Vorwurf machen konnte, dass sie übervölkert war, so trifft dies doch kaum die jetzige Kaserne, die luftig gelegen, nicht durch Mauern eingeengt ist, in welcher den Bewohnern eine ausreichende Kost verabreicht und in welcher dienstlich auf Reinlichkeit der Räume und der Bewohner gesehen wird. Ungünstige Einflüsse von Seiten der Beschäftigung der Soldaten können nicht stark prädisponirend eingewirkt haben, da bei ziemlich gleichmässiger Beschäftigung in 30 Jahren nur 6 mal eine stärkere Typhusmorbilität vorkam.

Zur Erklärung der Exacerbationen des Typhus bedarf es, wie BUHL sagt, einer Ursache im grossen Styl, die, wie sie für München in den Schwankungen des Grundwassers sicher nachgewiesen und berechnet [1]), auch für die frühere und jetzige Kaserne zu Weimar vorhanden ist.

Die dem Militär zugehörigen Baulichkeiten stehen (mit Einschluss des östlichen Hügels der neuen Kaserne) auf einem porösen, für Luft und Wasser durchgängigen Untergrund, der bei c. 25 Fuss Grundwasser führt.

Das Grundwasser unterliegt bedeutenden Schwankungen, wie der schwankende Wasserstand der Pumpbrunnen daselbst beweist. Der Wasserstand war im Herbst 1866 so hoch, dass nach N von der Kaserne auf den c. 200 Fuss entfernten Aeckern eine Quelle zu Tage trat. Im Februar 1867 hatte der Brunnen vor dem Lazareth auffallend wenig Wasser, war am ganzen Kasernenberg Wassermangel, der erst im März und April sich wieder ausgeglichen hatte. Es trifft somit die Typhusepidemie vom Winter 1867 mit einem tiefen Stand des Grundwassers zusammen und scheint auch das Erlöschen mit dem Steigen desselben in Beziehung zu stehen.

Aehnliche Verhältnisse constatirte der ärztliche Verein für die im Frühjahr 1866 in dem Typhusbezirk von Weimar (Brühl, Wagnergasse, Töpfergasse, Kirchgassen etc.) auffallend spät eingetretenen Erkrankungen. Es ging dieser Epidemie ein starkes Fallen des Grundwassers in jenen Stadttheilen voraus.

1) SEIDEL, Zeitschrift für Biologie, Bd. I.

Verschiedene kleinere Epidemien, die Verfasser im Sommer und Herbst 1865 in der Umgebung von Eisenach im Anschluss an die Epidemie von Meningitis des Winters 64/65 [1]) zu beobachten Gelegenheit hatte, treffen ebenfalls mit einem Eingehen der dort allein vorhandenen Pumpbrunnen zusammen. Zumal in dem Dorfe Uetterode war ein solch unerhörter Wassermangel und eine so starke Typhusepidemie, wie sich kein Einwohner eines Gleichen erinnern konnte.

Die Hauptpuncte des von Buhl aufgefundenen Zusammengehens von Grundwasserschwankungen und Typhusmorbilität finden sich demnach im Untergrund der Kaserne. — Die von dem ärztlichen Verein zu Weimar schon längst angeregten ständigen Grundwassermessungen werden voraussichtlich eine Bestätigung der anderweitigen interessanten directen beiderseitigen Abhängigkeit, eine Bestätigung des Gesetzes, ergeben:

> dass die Dauer und Raschheit der auf- oder abwärtsgehenden Bewegung des Grundwassers das Maass enthält für die In- und Extensität des Typhus, d. h.
> dass plötzliches tiefes Zurückgehen des Grundwassers z. B. eine starke Epidemie mit stärkster Mortalität im Beginn derselben vorhersagen lässt.

Es finden wahrscheinlich die für das Auftreten und die Verbreitung der Cholera jetzt anerkannten Grundsätze auch hier ihre Anwendung, muss für epidemische Verbreitung des Typhus eine Regeneration des Contagiums, das auch hier in den Entleerungen zu suchen ist, im Boden statt haben und ist der dazu günstige Zustand des Bodens vorhanden, wenn beim Zurückgehen des Grundwassers durch die nachfolgende Luft die im Boden deponirten Abtrittsstoffe in Fäulniss übergehen.

Durch die schon jahrelange Anhäufung von Soldaten auf dem oben als porös geschilderten Boden ist die Imprägnation desselben mit durch das Grundwasser gelösten excrementiellen Stoffen auf jeden Fall eine sehr bedeutende.

Die Lage der Senkgrube, an einer höhern Stelle des Terrains nach O. von der Kaserne, muss ein Sickern derselben unter der Kaserne hinweg nach dem Abhange des Plateaus zu veranlassen.

Eine verhältnissmässig starke Fäulnissentwickelung beim Zurückgehen des Grundwassers wird die natürliche Folge sein und findet dies eine Bestätigung darin, dass mehrere Brunnen jedesmal beim Beginn von Typhusepidemien mussten geschlossen werden wegen jauchiger

---

1) Diese Zeitschrift. Bd. II. 1865.

Beschaffenheit des Wassers. Auch nach Gebrauch anderen, guten Wassers sind dann noch fortgesetzte Erkrankungen vorgekommen.

Die immer noch in Frage gestellte Contagiosität des Abdominaltyphus können wir durch Beispiele nicht erhärten. Der persönliche Verkehr ist in einer Kaserne viel zu verwickelt, als dass sich für derartige Untersuchungen Anhaltspuncte finden liessen. Die in der Poliklinik zu Jena durch Lotholz (Inauguraldissertation) zusammengestellten Beobachtungen über das Incubationsstadium des Abdominaltyphus (18—28 Tage!) bestätigen den von Griesinger aufgestellten Satz, dass eine Ansteckung von Seiten Typhuskranker erfolgt. Die sehr einfachen Verhältnisse der verschiedenen kleinen, jenen Beobachtungen zu Grunde liegenden Epidemien in wenig bevölkerten Orten finden sich so selten, dass diesen Beobachtungen ein doppelter Werth beigelegt werden muss.

Für die Erklärung der auffallenden Thatsache, dass seit 31 Jahren der Typhus eigentlich nie in der Kaserne erloschen ist, braucht aber nicht einmal eine öfter erneuerte Ansteckung von Einwohnern der Kaserne, oder eine öftere Importation von Typhuscontagium angenommen zu werden.

Die Tenacität des Typhuscontagiums ist eine ungeheure. In der Erlanger Klinik erkrankten 3 Jahre lang alle Kranken am Typhus, die in ein Zimmer gelegt wurden, in dem vor Jahren Typhuskranke gelegen hatten und kann die hier 30 Jahre lang zu verfolgende Reihe von Typhusfällen auf die Tenacität des Contagiums bezogen werden, welches event. jedes Zurückgehen des Grundwassers zu neuer, ausgedehnterer Regeneration benutzt.

In directem Anschluss an die Typhuserkrankungen im Februar und März 1867 kamen im Militärlazareth zahlreiche Wechselfiebererkrankungen zur Beobachtung, von denen es anfangs zweifelhaft war, ob dieselben nicht gleichen ätiologischen Ursprunges mit der vorausgegangenen Epidemie seien. Vereinzelte oder auch mehrfache Wechselfiebererkrankungen kommen alljährlich vor,

1840.	1842.	1844.	1846.	1847.	1848.	1849.	1851.	1853.
1.	1.	1.	1.	2.	7.	72.	3.	5.

1854.	1855.	1856.	1858.	1859.	1860.	1862.	1863.	1865.
8.	7.	5.	3.	2.	1.	6.	5.	1.

1866.	1867.
3.	12.

Doch sind die Erkrankten meist Recruten aus den Dörfern im Rieth der Gera und der Unstrut, oder solche, die auf der Wanderschaft Fieberorte besuchten. So kommen z. B. von den 7 Wechselfieberkranken des Jahres 1855

2 auf Allstedt.
2 – Kalbsrieth.
1 – Wolferstedt.
1 – Niederpöllnitz.
1 – Heigendorf.

Nur die gehäuften Erkrankungen im Jahre 1849 und 1867 liessen sich nicht auf so einfache Weise erklären, zumal 1867 ein so directer Anschluss an die eben so unerwartete Typhusepidemie statt hatte:

Typhus 1867	Februar	10. 21. 22. 23. 27. 27. 27.
	März	2. 3. 3. 4. 5. 5. 5. 8. 8. 12. 15. 25.
	April	3. 13.
Wechselfieber 1867	April	8. 12. 18. 21.
	Mai	14. 18. 18. 20. 23. 29.
	Juni	12. 20.

Auffallend war, dass unter den Wechselfieberkranken sich nur Soldaten des I. Bataillons befanden, welche im August 1866 in Rastatt in Kasematten (Friedrichsfeste) gelegen hatten und dass vom II. und III. Weimarischen Bataillon mit Quartieren in Ulm kein Einziger erkrankte. An eine Infection in Weimar war, da die Soldaten des III. Bataillons in derselben Kaserne und unter sonst gleichen Verhältnissen sich befinden, nicht zu denken und muss demnach trotz des langen Incubationsstadiums von 6 Monaten die Infection auf die Friedrichsfeste in Rastatt bezogen werden.

Räthselhaft würde diese Epidemie geblieben sein, wenn nicht bereits für die massenhaften Wechselfiebererkrankungen des Jahres 1849 sich ähnliche ätiologische Beziehungen hätten finden lassen. Im August und September 1848 war das Weimarische Militär in der Stärke von 1000 Mann nach Schleswig ausgerückt mit Quartieren in und in der Nähe von Flensburg. Bereits auf dem Heimwege erkrankten einzelne am Wechselfieber, aber erst im Frühjahr 1849, also ebenfalls wieder nach einer fast 6monatlichen Latenz, kam es zu den massenhaften Erkrankungen unter dem damals geringen Dienstbestand und viele mittlerweile Entlassene überstanden ihre Krankheit in der Heimath. Zahlreichere Typhuserkrankungen kamen damals nach Tab. I nicht vor. Man kann die Salubritätsverhältnisse der Kaserne nicht beschuldigen, dass gerade durch sie eine frühere Infection zur Perfection gekommen sei.

Die anderweiten im Militärlazareth beobachteten epidemischen Krankheitsformen haben wegen der geringen Zahl der vorgekommenen Fälle nur untergeordnetes Interesse. Die beigegebene Tabelle II. giebt

Tab. II.

Im Jahre	Januar bis März	April bis Juni	Juli bis September	October bis December	Summa
1836	Varioloiden 2	Varioloiden 2	Varioloid. 14	Varioloiden 1	Varioloiden 19
1840				Parotidis 8	Parotidis 8
1842	Varioloiden 1	Varioloiden 4			Varioloiden 5
1844			Varioloiden 2		Varioloiden 2
1845	Parotidis 4	Erysipelas 2		Erysipelas 1	Parotidis 4 Erysipelas 3
1847	Morbillen 2				Morbillen 2
1848	Morbillen 3		Varioloiden 1		Varioloiden 1 Morbillen 3
1849	Parotidis 1 Morbillen 3	Varioloiden 7 Erysipelas 2	Varioloiden 3	Varioloiden 9	Varioloiden 19 Parotidis 1 Erysipelas 2 Morbillen 3
1850	Erysipelas 3	Varioloiden 1 Parotidis 1 Erysipelas 2	Erysipelas 4	Varioloiden 1 Erysipelas 2	Varioloiden 2 Parotidis 1 Erysipelas 11
1851	Influenza 3	Erysipelas 1	Parotidis 1 Erysipelas 3	Influenza 1	Parotidis 1 Erysipelas 4 Influenza 4
1852		Erysipelas 3	Erysipelas 1		Erysipelas 4
1853	Erysipelas 4	Erysipelas 7	Parotidis 14 Erysipelas 7		Parotidis 14 Erysipelas 18
1854	Varioloiden 2	Varioloiden 2 Erysipelas 5	Erysipelas 12	Erysipelas 1	Varioloiden 4 Erysipelas 18
1855	Varioloiden 1 Parotidis 1 Erysipelas 2	Varioloiden 1 Erysipelas 10 Influenza 3	Erysipelas 3 Influenza 3	Influenza 2	Varioloiden 2 Parotidis 1 Erysipelas 15 Influenza 8
1856	Erysipelas 3	Varioloiden 3 Erysipelas 5	Erysipelas 4	Erysipelas 1	Varioloiden 3 Erysipelas 13
1857	Erysipelas 3	Erysipelas 8 Morbillen 3	Varioloiden 3 Erysipelas 4 Morbillen 1	Erysipelas 2	Varioloiden 3 Erysipelas 17 Morbillen 4

Fortsetzung von Tab. II.

Im Jahre	Januar bis März	April bis Juni	Juli bis September	October bis December	Summa
1858	Scarlatina 1	Erysipelas 4 Scarlatina 1	Erysipelas 5 Morbillen 1	Varioloiden 2	Varioloiden 2 Erysipelas 9 Scarlatina und Morbillen 3
1859	Varioloiden 2 Parotidis 1	Varioloiden 2 Parotidis 4 Erysipelas 8	Parotidis 2 Erysipelas 4	Erysipelas 4	Varioloiden 4 Parotidis 7 Erysipelas 16
1860		Erysipelas 2	Erysipelas 5	Erysipelas 3	Erysipelas 10
1861	Morbillen 3	Erysipelas 5	Erysipelas 1		Erysipelas 6 Morbillen 3
1862		Erysipelas 7	Erysipelas 3		Erysipelas 10
1863	Erysipelas 2	Erysipelas 5	Varioloiden 2 Erysipelas 5	Varioloiden 6 Erysipelas 2 Influenza 12	Varioloiden 8 Erysipelas 14 Influenza 12
1864	Varioloiden 2 Erysipelas 1	Erysipelas 3	Erysipelas 3	Erysipelas 2	Varioloiden 2 Erysipelas 9
1865	Parotidis 3 Erysipelas 2	Erysipelas 3	Erysipelas 5	Erysipelas 2	Parotidis 3 Erysipelas 12
1866	Parotidis 3 Erysipelas 3 Morbillen 10 Scarlatina 1	Erysipelas 3	Erysipelas 3	Erysipelas 1 Cholera 2 Cholerine 4	Parotidis 3 Erysipelas 10 Morbillen 10 Scarlatina 1 Cholera } 6 Cholerine }
1867	Erysipelas 2 Diphtheritis 14	Erysipelas 2			
Summa ohne 1867	Varioloid. 10 Parotidis 13 Erysipelas 23 Morbillen 21 Scarlatina 2 Influenza 3 72	Varioloid. 22 Parotidis 5 Erysipelas 85 Morbillen 3 Scarlatina 1 Influenza 3 119	Varioloid. 25 Parotidis 17 Erysipelas 72 Morbillen 2 Scarlatina — Influenza 3 119	Varioloid. 19 Parotidis 8 Erysipelas 21 Morbillen — Scarlatina — Influenza 15 63	Varioloiden 76 Parotidis 43 Erysipelas 201 Morbillen 26 Scarlatina 3 Influenza 24 (?) 373.

eine Uebersicht der in den 30 Jahren notirten Fälle von Erysipelas, Varioloiden, Morbillen, Scarlatina, Parotidis und Influenza. Leider ist die Diphtheritis in den Krankenrapports nicht berücksichtigt.

Die Uebersicht zeigt eine fortlaufende Anzahl von Erysipelasfällen (mit Ausschluss von Lymphangitis und Phlegmone) durch eine lange Reihe von Jahren, die im Durchschnitt mehr auf die wärmere Jahreszeit fallen und die häufig sporadisch, in manchen Jahren aber auch in grösserer Anzahl mit acuten Exanthemen zusammen vorkommen. Bösartige Formen sind kaum zur Beobachtung gekommen. So nach der Typhusepidemie von 1867 ein Fall, in dem fast 1 Quadratfuss Bauchwand mit einem grossen Theil des Zellgewebes am Scrotum und Penis brandig ausgestossen wurde, und der in Heilung ausging.

Kleinere Epidemien von Parotidis sind verhältnissmässig häufig zur Beobachtung gekommen, doch lässt sich hier ebenso wenig wie für die Fälle von Rothlauf irgend ein äusseres ätiologisches Moment geltend machen. Meist findet sich die Parotidis vor oder nach oder auch gleichzeitig mit acuten Exanthemen, und im Ganzen ziemlich gleichmässig über das ganze Jahr vertheilt.

Parotidis wurde beobachtet

Gleichzeitig mit {
Blattern 1850, 1855, 1859.
Erysipelas 1853, 1859, 1866.
Influenza 1851.
Masern 1866.
Scharlach 1866.

Vorausgehend vor {
Rothlauf 1853.
Blattern 1864.

Nachfolgend auf {
Blattern 1849.
Rothlauf 1865.

Isolirt {
1845.
1840 (Typhus).

Halsentzündungen kamen durchschnittlich 30—40 in jedem Jahre in Behandlung; Ausnahmsweise stark vertreten in den letzten Jahren

1860.	1861.	1862.	1863.	1864.	1865.	1866.
30.	39.	22.	40.	115.	116.	89.

jedoch ist nicht mehr nachzukommen, wie sehr diphtheritische Processe hierbei betheiligt sind (die in neuerer Zeit entschieden häufig vorkommen).

Lediglich der Vollständigkeit wegen sei noch angeführt, dass jährlich 2—5 bis höchstens 11 Lungenentzündungen vorkamen.

Acute Gelenkrheumatismen durchschnittlich 1 — 2 — 3 in jedem Jahr.

Nagelgeschwüre durchschnittlich 33, Minimum 12, Maximum 63.

Muskelrheumatismen in folgender Vertheilung:

1849.	1850.	1851.	1852.	1853.	1854.	1855.	1856.	1857.
40.	55.	60.	85.	61.	61.	78.	46.	51.

1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1863.	1864.	1865.	1866.
36.	100.	101.	93.	63.	120.	164.	180.	131.

wobei zu berücksichtigen ist, dass der Dienstbestand der letzten Jahre fast das Doppelte ist von z. B. dem des Jahres 1839.

Ueber einige Thalliumverbindungen und die Stellung dieses Metalls im System,

von Dr. **H. Flemming.**

Die im Folgenden mitgetheilten Untersuchungen über das Thallium wurden von mir auf Veranlassung des Herrn Dr. SONNENSCHEIN in Berlin in dessen Laboratorium begonnen und im Laboratorium des Herrn Professor Dr. GEUTHER in Jena zu Ende geführt.

Dieselben sollten sich nur auf die Darstellung und Untersuchung etwaiger Verbindungen des Thalliumoxyduls mit Molybdänsäure, Wolframsäure und Arsensäure, sowie auf das Studium der Einwirkung von trocknem Ammoniakgas auf metallisches Thallium beschränken. Nachdem ich schon längere Zeit mit den einleitenden Arbeiten beschäftigt war, kam mir erst eine Abhandlung »On the combinations of Thallium, Inaugural-Dissertation at the Georgia-Augusta University by PHIL. JOS. OETTINGER« zu Gesicht, in welcher ein Theil der von mir beabsichtigten Untersuchungen schon enthalten war. Da OETTINGER indess die von ihm erhaltenen Salze auf ihren Wassergehalt zu untersuchen versäumt hatte, so habe ich geglaubt, die beabsichtigte Untersuchung nicht unterlassen zu dürfen.

Verbindungen des Thalliumoxyduls mit Wolframsäure.

OETTINGER erhielt, als er wolframsaures Natron zu salpetersaurem Thalliumoxydul goss, einen weissen in Wasser unlöslichen Niederschlag, für den er nur auf Grund einer Wolframsäurebestimmung die Formel: $TlO.2WoO^3.HO$ aufstellte. —

Fügt man wolframsaure Alkalien zu nicht zu verdünnten Lösungen der Thalliumoxydul-Salze, so erhält man weisse amorphe Niederschläge. Dagegen entstehen, wenn beide Lösungen kochend und stark verdünnt zusammengebracht werden, in der erkaltenden Flüssigkeit stark lichtbrechende Krystallblättchen, welche unter dem Mikroskop die Form sechsseitiger Tafeln zeigen, ohne jede Abscheidung amorphen Salzes. Ob

die Krystalle dem rhombischen oder hexagonalen System angehören, wage ich nicht zu entscheiden.

Man erhält die nämlichen Krystalle, wenn man Wolframsäure längere Zeit mit kohlensaurem Thalliumoxydul kocht und heiss filtrirt.

Ich habe den weissen amorphen Niederschlag durch Zusammengiessen kalter nicht zu verdünnter Lösungen von kohlensaurem Thalliumoxydul und $NaO. WoO^3. 2HO$ dargestellt und analysirt. Derselbe erleidet, wenn lufttrocken angewandt, weder nach 3tägigem Trocknen über Schwefelsäure, noch nach 12stündigem desgleichen bei 100° C., noch nach 6stündigem bei 150° C. irgend welchen Gewichtsverlust. Er ist also wirklich wasserfrei. In kohlensaurem Natron löst er sich beim Kochen; beim Erkalten der Lösung entstanden die erwähnten Krystalle. Zur Analyse wurde die Substanz durch kohlensaures Natron in Lösung gebracht, das Thallium durch Iodkalium gefällt [1], abfiltrirt und nach dem Trocknen bei 100° C. gewogen. Das Filtrat wurde mit salpetersaurem Quecksilberoxydul vollkommen ausgefällt und der Niederschlag von wolframsaurem Quecksilberoxydul und Iodquecksilber vorsichtig geglüht.

1,125 grm. Substanz gaben 1,034 grm. Tl J, entsprechend 0,6622 grm. TlO = 58.8 Procent und 0,4645 grm. WoO^3 = 41,2 Procent.

Es entsprechen diese Zahlen allerdings nicht einem neutralen Salz, aber auch nicht einem sauren; sie kommen am Nächsten der Formel: $4\,TlO, 5\,WoO^3$. [2]

Ich halte es für das Wahrscheinlichste, dass das Mehr an Wolframsäure bloss neutralem, rasch und deshalb amorph ausgeschiedenem Salz beigemengt sei.

---

1) Dies geschah immer nach der von WILLM *) gegebenen Vorschrift. Derselbe räth das Thallium in einem vorher gut gereinigten offnen Gefäss in der Kälte zu fällen, da sich dasselbe leicht an die Wandungen des Glases ansetze, 10—12 Stunden absetzen zu lassen, einmal zu decantiren und den Niederschlag mit einer kleinen Quantität Wasser, welches man vorher mit ein paar Tropfen Iodkaliumlösung versetzt hat, auf's Filter zu bringen und abtropfen zu lassen. Dann wird mit reinem Wasser ausgewaschen, so lange, bis die oberste Schicht des Filtrats anfängt, sich zu trüben. Das Filter muss bei 100° C. getrocknet und gewogen sein und man wiederholt diese Operation, nachdem man das Iodthallium darauf gesammelt hat. — Die Resultate sind, wie ich bestätigen kann, sehr genau.

*) Recherches sur le Thallium, Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris, par M. J. EDMOND WILLM, Paris, 1865 vollst. abgedr. Annales de Chim. et de Phys. 4, V, p. 5—103.

2) Das Aequivalent des Thalliums habe ich hier, wie bei allen meinen Analysen mit LAMY zu 204 angenommen.

	ber.	gef.
4 TlO	59,4	58,8
5 WoO^3	40,6	41,2
	100	

Krystallisirtes wolframsaures Thalliumoxydul erhielt ich durch Vermischen kochend heisser, stark verdünnter Lösungen von kohlensaurem Thalliumoxydul mit NaO. WoO^3. 2 HO und Abfiltriren der, in der erkaltenden Flüssigkeit schnell entstehenden Krystalle. Es verliert beim Trocknen etwas an Glanz und Lichtbrechungsvermögen, erleidet aber, nachdem es lufttrocken geworden ist, weder beim Trocknen über Schwefelsäure, noch bei 100, noch bei 150° C. irgend welchen Gewichtsverlust. Es ist also auch wasserfrei.

Zur Analyse wurde das Salz gleichfalls in kohlensaurem Natron gelöst, das Thallium als Iodthallium gefällt und gewogen, das Filtrat hierauf unter Zusatz von Salzsäure eingetrocknet, die dabei theilweise reducirte Wolframsäure durch einige Tropfen Salpetersäure wieder oxydirt, Wasser zugefügt, die zurückbleibende Wolframsänre abfiltrirt und mit Salmiak haltigem Wasser ausgewaschen, getrocknet, geglüht und gewogen.

Ein anderes Mal habe ich krystallisirtes wolframsaures Thalliumoxydul, durch Kochen von Wolframsäure mit kohlensaurem Thalliumoxydul dargestellt; in der heiss abfiltrirten Lösung scheiden sich die Krystalle rasch aus. Das Salz wurde ganz wie das vorhergehende analysirt.

I. Salz durch Umsetzung mit NaO. WoO^3. 2 HO erhalten:

1,9325 grm. gaben: 0,631 grm. WoO^3 [1]) = 32,6 Procent und: 1,945 grm. TlJ, entsprechend 1,246 grm. TlO = 64,5 Procent.

II. Salz beim Kochen mit WoO^3 erhalten:

0,8135 grm. Substanz lieferten: 0,8205 grm. TlJ, entsprechend 0,5255 grm. TlO = 64,5 Procent; ferner 0,290 grm. WoO^3 = 35,6 Procent.

Demnach ist das Salz neutrales wolframsaures Thalliumoxydul.

	ber.	gef.	
TlO	64,5	64,5	64,5
WoO^3	35,5	(32,6)	35,6
	100		

1) Bei dieser Wolframsäure-Bestimmung ging Etwas verloren.

Ich habe auch versucht ein saures wolframsaures Salz des Thalliumoxydul's zu erhalten dadurch, dass ich eine verdünnte heisse Lösung von kohlensaurem Thalliumoxydul mit einer desgleichen von saurem wolframsaurem Natron versetzte. Bei geringem Zusatz bilden sich während des Erkaltens die mehrfach beschriebenen Krystalle, bei grösserem Zusatz entsteht eine Trübung der Flüssigkeit, und, wenn man noch einige Zeit kocht, scheidet sich am Boden gelblich grüne Wolframsäure, untermischt mit amorphem Salz aus. Die hierbei entstehenden Krystalle waren anfangs klar und durchsichtig, aber nach Verlauf von 24 Stunden waren sie trüb und undurchsichtig geworden. Da sie sich durch Abschlämmen von dem amorphen Niederschlag gut trennen lassen, habe ich auch von ihnen eine Thallium-Bestimmung gemacht. Sie sind darnach gleichfalls neutrales Salz.

1,7515 grm. des krystallisirten Salzes gaben: 1,7645 grm. TlJ, entsprechend 1,1301 grm. TlO=64,5 Procent.

Verbindungen des Thalliumoxyduls mit Molybdänsäure.

Giesst man eine heisse stark verdünnte Lösung von $NaO. MoO^3. 2HO$ mit einer gleichfalls heissen und stark verdünnten Lösung von kohlensaurem Thalliumoxydul zusammen, so scheiden sich beim Erkalten der Flüssigkeit Krystallflitter aus, die unter dem Mikroskop ganz dieselbe Form und ein gleich ausgezeichnetes Lichtbrechungsvermögen zeigen, als die schon beschriebenen Krystalle des neutralen wolframsauren Salzes. Sie scheinen im Wasser noch schwerer löslich zu sein, als jene; durch kohlensaure Alkalien werden sie gleichfalls gelöst und bei genügender Concentration beim Erkalten wieder erhalten.

Zur Analyse wurde die lufttrockne Substanz verwandt; sie erlitt sowohl über Schwefelsäure, als bei 100, als bei 150°C. keinen Gewichtsverlust. Das Salz war also ebenfalls wasserfrei. — Nach dem Lösen in kohlensaurem Natron wurde das Thallium durch Iodkalium ausgefällt.

1,0593 grm. des getrockneten Salzes gaben: 1,230 grm. TlJ, entsprechend 0,7878 grm. TlO=74,4 Procent.

Demnach ist das Salz neutrales molybdänsaures Thalliumoxydul.

	ber.	gef.
TlO	74,6	74,4
MoO^3	25,4	—
	100	

Diese Krystalle kann man auch durch Kochen von Molybdänsäure

mit einer Lösung von kohlensaurem Thalliumoxydul erhalten; filtrirt man letztere noch heiss von der ungelöst gebliebenen Molybdänsäure ab, so erscheinen dieselben beim Erkalten im Filtrat.

Fügt man eine heisse und stark verdünnte Lösung von zweifach molybdänsaurem Natron — erhalten durch Zusammenschmelzen von 1 Mischungsgewicht $NaO. CO^2$ mit 2 desgleichen MoO^3 — zu einer heissen, stark verdünnten Lösung von kohlensaurem Thalliumoxydul, so entsteht anfänglich kein Niederschlag, aber bei weiterem Zusatz des molybdänsauren Natron entsteht ein, durch die ganze Flüssigkeit verbreitetes, voluminöses, weisses Präcipitat, welches mit wenigen compacteren Krystallen vermengt ist. Es setzt sich sehr langsam ab; die unterste und schwerste Schichte zeigt eine gelbliche Farbe. In einer hinreichenden Menge siedenden Wassers löst es sich wieder auf; fügt man dazu von Neuem molybdänsaures Natron, so entsteht nach einigem Kochen ein gelber, schnell zu Boden sinkender Niederschlag. Wird dieser, nach dem Auswaschen mit Ammoniak behandelt, so verliert er seine gelbe Farbe, es bleibt eine weisse Masse zurück und in der Flüssigkeit findet sich Thallium und Molybdänsäure. Eine qualitative Analyse dieses gelben Salzes, welche angestellt wurde, um zu entscheiden, ob dasselbe vielleicht ein Doppelsalz von $TlO. MoO^3$ und $NaO. MoO^3$ sei, ergab die Abwesenheit von Natrium.

Das sich zuerst abscheidende und schwer absetzende Präcipitat, welches sowohl von gelbem, als auch von krystallisirtem Salze leicht durch Schlämmen getrennt werden kann, wurde über Schwefelsäure getrocknet und analysirt. Es konnte ohne Gewichtsverlust bis 150° C. erhitzt werden und ist also wasserfrei.

1,04225 grm. lieferten 1,1075 TlJ, entsprechend 0,7093 $TlO =$ 68,5 Procent.

Das Verhältniss des Thalliumoxyduls zur Molybdänsäure berechnet sich danach wie 8 : 11 oder 1 : $5^1/_2$. Es ist wohl möglich, dass dasselbe ein Gemenge amorphen neutralen Salzes mit freier Molybdänsäure ist. —

Das vorher erwähnte gelbe Salz verliert, wenn es lufttrocken ist, weder über Schwefelsäure, noch bei 100 resp. 150°C. an Gewicht.

0,74475 desselben gaben: 0,6235 grm. TlJ, entsprechend 0,3993 grm. $TlO =$ 53,6 Procent.

Darnach enthält es also 46,4 Procent Molybdänsäure, welche Zahlen annähernd einem Salz von der Zusammensetzung 3 TlO, 8 MoO^3 entsprechen.

Oettinger erhielt durch Wechselzersetzung von salpetersaurem Thalliumoxydul und molybdänsaurem Natron gleichfalls das neutrale Salz, für das er die richtige Zusammensetzung angegeben hat.

Verhalten des Thalliumoxyduls gegen Kieselsäure.

Dass das Thalliumoxydul das Vermögen besitzt, Kieselsäure aufzulösen, ist schon von den Entdeckern dieses Metalls bemerkt worden; es ist jedoch, so weit ich habe in Erfahrung bringen können, nie das Verhältniss untersucht, in welchem beide sich mit einander zu vereinigen im Stande sind. — Die von mir zu den Versuchen verwandte Kieselsäure war bei der Darstellung der Kieselflusssäure als Nebenproduct gewonnen, sie wurde vollkommen ausgewaschen und ungeglüht angewandt. Das Thalliumoxydulhydrat war durch Wechselzersetzung von schwefelsaurem Thalliumoxydul mit Barythydrat in verschlossenem Cylinder und Eindampfen der verdünnten Lösung in einer Retorte erhalten worden. Diese Lösung wurde mit viel überschüssiger Kieselsäure etwa 24 Stunden lang im Kochen erhalten und dann abfiltrirt. Das Filtrat wurde getheilt, ein Theil diente dazu, das relative Löslichkeitsverhältniss der Kieselsäure im Thalliumoxydul festzustellen, der andere, um zu sehen, ob bei weiterem Eindampfen etwa eine krystallisirte Verbindung erhalten würde.

Die ersterwähnte mit Salpetersäure angesäuerte Flüssigkeit wurde zur Trockne gebracht, wieder mit Wasser aufgenommen und von der ausgeschiedenen Kieselsäure abfiltrirt; im Filtrat wurde das Thallium als Iodthallium bestimmt.

Es wurden erhalten: 1,629 grm. TlJ, entsprechend 1,0433 grm. TlO und 0,04355 grms. SiO^3.

Demnach waren gelöst in 100 Theilen Thalliumoxydul 4,17 Theile Kieselsäure.

Die nach einiger Concentration aus dem zweiten Theil nach dem Erkalten sich abscheidende Substanz war weiss und krystallinisch; sie verlor, lufttrocken angewandt, über Schwefelsäure 5,38 Procent Wasser, nichts weiter indessen beim Erhitzen auf 150° C.

Zur Analyse wurde dieselbe mit Salpetersäure einige Zeit gekocht, im Wasserbade zur Trockne gebracht, mit Wasser wieder aufgenommen, von der ausgeschiedenen Kieselsäure abfiltrirt und im Filtrat das Thallium als Iodthallium gefällt.

0,2345 grm. gaben: 0,073 $SiO^3 = 31,1$ Proc. und 0,23875 grm. TlJ, entsprechend 0,1529 grm. $TlO = 65,2$ Proc.

Man sieht, dass die Analyse einen Verlust von 3,7 Procent ergiebt, über den ich mir Rechenschaft nicht zu geben vermag. Es wäre denkbar, dass die Substanz Wasser, welches bei 150° C. noch nicht ausgetrieben wurde, enthalten hätte. Das gefundene Gewichtsverhältniss von TlO und SiO^3 entspricht dem Mischungsgewichtsverhältniss 4 : 9.

Die Lösung von Kieselsäure und Thalliumoxydul wird durch Kohlensäure unter Abscheidung von Kieselsäure zersetzt, aber die letztere ist doch auch im Stande, die Kohlensäure auszutreiben, da eine kochende Lösung von $TlO.\ CO^2$ Kieselsäure zu lösen vermag. Beim Erkalten trübt sich die Flüssigkeit, wird aber durch erneutes Kochen wieder klar. Beim abermaligen Erkalten tritt die Trübung von Neuem ein und nach einigem Stehen scheidet sich eine, in ihren äussern Eigenschaften der vorher analysirten ganz ähnliche Substanz aus.

Verhalten des Thallium gegen Stickstoff.

Für diesen Versuch, wie für die folgenden, habe ich mir Thallium nach Willm's Vorschrift aus oxalsaurem Thalliumoxydul dargestellt. Wenn man dieses Salz erhitzt, so schmilzt es unter starkem Aufschäumen zu einer anfangs schwarzen, dann rothbraunen Masse, aus welcher sich plötzlich der Regulus hervordrängt. Fast immer ist derselbe an seinen Rändern noch von einem schmalen Ringe braunen oder schwarzen Oxydes umgeben, von welchem man das flüssige Metall leicht durch Drehen des Glasrohrs (Kugelröhren) ablaufen lassen kann.

Ueber das dergestalt reducirte glänzende Metallkorn wurde Stickgas aus einem Gasometer, über Schwefelsäure und Chlorcalcium getrocknet und über glühende Kupferspähne geleitet, treten gelassen. Es wurde allmählich die Hitze gesteigert. Die Metallkugel blieb völlig blank und unverändert, selbst als die Temperatur die Schmelzhitze des böhmischen Glases erreicht hatte.

Die gleiche Unveränderlichkeit des Metalls beobachtete Oettinger, als er trocknes Ammoniakgas 2 Stunden lang über in einer Glasretorte geschmolzenes Thallium leitete.

Verhalten des Thallium gegen Kohlensäure.

Reine trockne Kohlensäure übt auf blankes Thallium, selbst bei einer Hitze, welche das böhmische Glas erweichen macht, nicht die geringste Wirkung aus. Es entsteht keine Spur Kohlenoxydgas oder Thalliumoxydul.

Einwirkung von Kohlenoxydgas auf die Oxyde des Thallium.

Obgleich nach der von Willm gemachten Entdeckung, dass beim Erhitzen von oxalsaurem Thalliumoxydul metallisches Thallium ent-

stebe, und nach dem Resultat des vorherigen Versuchs es beinahe als selbstverständlich anzusehen war, dass die Oxyde des Thallium durch Kohlenoxydgas reducirt werden, so stellte ich doch, da der directe Versuch noch nicht gemacht war, denselben an.

Ich leitete über das beim Glühen des salpetersauren Thalliumoxyduls erhaltene Product — nach Lamy ein Gemenge von Thalliumoxydul und Thalliumtrioxyd — das sich in einem Porzellanschiffchen und dieses wieder in einem böhmischen Glasrohr befand, Kohlenoxyd. — Schon nach kurzer Zeit zeigten sich Metallkügelchen und es gelang nach längerem Glühen, das Gemenge der beiden Oxyde vollständig zu reduciren.

Verhalten des elektrischen Stroms gegen salpetersaures Thalliumoxydul.

Es ist mehrfach von den Chemikern, welche sich mit Untersuchungen über das Thallium beschäftigten, bemerkt worden, dass bei Reduction desselben mittelst des elektrischen Stromes aus einer Sulfat-Lösung sich am positiven Pol eine schwarze Masse ausschied. Dieselbe trat stets in zu geringen Mengen auf, um damit Reactionen anstellen zu können; man vermuthete nur, dass es Thalliumtrioxyd sei. Auch ich beobachtete diese Substanz bei der Reduction des Metalls durch den elektrischen Strom, welche ich derjenigen durch Zink weitaus vorzuziehen gelernt hatte. Wenn dieselbe wirklich Superoxyd war, so konnte ihre Bildung in grösserer Menge bei der Zersetzung des salpetersauren Salzes erwartet werden. In der That geschieht diess. Es scheidet sich am negativen Pol Metall, am positiven Thalliumtrioxyd in beträchtlicher Menge als dichte, schwarzbraune Masse aus, welche dieselben Reactionen, wie das auf anderem Wege dargestellte Trioxyd liefert.[1])

Verhalten des Thalliumoxydulhydrats gegen Phosphor.

In schmale Streifen geschnittener, weisser Phosphor in eine Lösung von schwefelsaurem Thalliumoxydul gebracht, erzeugt in derselben nach wochenlangem Stehen am dunkeln Orte keine Veränderung.

Phosphor-Stücke in eine concentrirte Lösung von Thalliumoxydulhydrat, welches durch Zersetzen von $TlO.\ SO^3$ mit Barythydrat unter möglichstem Luftabschluss dargestellt war, gebracht, bedecken sich fast augenblicklich mit einer schwarzen Haut, die beim Kochen zu einem

1) Ich ersehe eben aus dem 2. Hefte des Jahrgangs 1868 p. 57 der »Zeitschrift für Chemie«, dass Böttger bereits dasselbe beobachtet hat.

metallglänzenden Ueberzug wird. In verdünnter SO^3 löste sich derselbe sehr langsam.

Phosphor-Stücke mit Thalliumoxydulhydrat in eine Röhre eingeschlossen und 24 Stunden im Wasserbade erhitzt, werden ebenfalls zu einer schwarzen am Boden bleibenden Masse, während weissliche kleine Krystalle sich an den Gefässwänden ansetzen. Beim Oeffnen der Röhre, welche nur wenig Druck zeigt, ist der Geruch nach Phosphorwasserstoff wahrnehmbar; die in der Röhre befindliche Flüssigkeit enthält viel Thallium und etwas phosphorige Säure.

Die schwarze Masse wurde zur Entfernung überschüssigen Phosphors mehrmals mit Schwefelkohlenstoff behandelt, aus welchem sich nach dem Abgiessen alsbald rother amorpher Phosphor ausschied. Die zurückbleibende Masse wurde über Schwefelsäure getrocknet, gewogen und hierauf mehrere Stunden mit verdünnter Schwefelsäure gekocht; es entwickelte sich dabei ein starker äusserst unangenehmer Geruch, dem des Schwefelaethyl's vergleichbar. Ein geringer Theil, welcher ungelöst blieb, wurde abfiltrirt und in der mit NaO. CO^2 neutralisirten Lösung das Thallium als Iodthallium niedergeschlagen. Phosphorsäure war im Filtrat nicht nachweisbar.

0,4565 grm. Substanz lieferten: 0,664 grm. TlJ, entsprechend 0,409 grm. Thallium = 89,6 Procent.

Der in Schwefelsäure ungelöst gebliebene nicht weiter gewogene Rückstand löste sich in Salpetersäure unter Freiwerden von salpetriger Säure; derselbe enthielt nur noch geringe Mengen Thallium, dagegen verhältnissmässig viel Phosphor. Es mag diess wohl ein Phosphorthallium gewesen sein, aber die geringe Menge der vorhandenen Substanz erlaubte keine genaue quantitative Analyse.

Im Anschluss hieran habe ich einen Versuch angestellt über das

Verhalten des Thallium gegen Phosphordämpfe bei höherer Temperatur.

Es wurden Phosphordämpfe über in der Glühhitze geschmolzenes Thallium in einem Kohlensäurestrom geleitet. Die Metallkugel bleibt blank und zeigt nach dem Erkalten auf der Oberfläche nur eine dünne Schicht einer blasigen schwärzlichen Masse; die Kugel lässt sich leicht zerschneiden, die Schnittflächen sind völlig metallglänzend, ganz wie bei reinem Thallium. Nachdem sie längere Zeit in Wasser gelegen hatte, wurde die äussere schwarze Schicht durch Salpetersäure weggelöst; die Lösung enthielt Phosphorsäure, das Uebrige der Metallkugel war reines Thallium, denn:

1,0125 grm. trockner Substanz lieferten: 1,64125 grm. TlJ, entsprechend 1,0115 grm. oder 99,9 Proc. Thallium.

Dass die äusseren schwarzen Schichten der grösstentheils unveränderten Thalliumkugel ein Phosphorthallium gewesen sind, glaube ich nach dem Angeführten annehmen zu dürfen; aber es ist dadurch auch constatirt, dass die Verwandtschaft dieses Metalls zu Phosphor in der Glühhitze nur sehr gering ist.

Ich war leider verhindert, diese Versuche zum völligen Abschluss bringen zu können.

Ueber die Stellung des Thallium im System.

Das Thallium hat das wunderbare Schicksal gehabt, zuerst unter die Metalloïde, dann unter die Metalle und da wieder zu den leichten und schweren gerechnet worden zu sein.

Crookes glaubte anfangs, als er wohl nur Schwefelthallium und nicht das Metall unter den Händen hatte, es gehöre zur Schwefel-Selen Gruppe, später jedoch, als er die Eigenschaften des reinen Metalls studirte, stellte er es zwischen Blei und Silber.

Lamy, der zuerst das Thallium in reinem Zustande erhielt, sprach die Ansicht aus, es sei in die Gruppe der Alkalimetalle zu stellen. Nach ihm hat Dumas in einem Bericht an die Akademïe [1] das bis dahin über Thallium Bekanntgewordene zusammenfassend, sich ebenfalls für die Lamy'sche Ansicht ausgesprochen. Auch Willm bekennt sich am Schlusse seiner vortrefflichen »Recherches sur le Thallium« zu der Ansicht Lamy's, was eigentlich zu verwundern ist, da fast alle von Willm neugefundenen Thatsachen darauf hinweisen, dass das Thallium den schweren Metallen beizuzählen sei.

Von deutschen Gelehrten hat sich mit Bestimmtheit eigentlich nur Werther bei Gelegenheit seiner Arbeiten über das Thallium für dessen Stellung in die Alkaligruppe ausgesprochen. — In den Erdmann'schen sowohl, wie in den Schönbein'schen Arbeiten habe ich entschiedene Erklärungen hierüber nicht gefunden.

Strecker, der über die Verbindungen des Thalliumtrioxyds gearbeitet hat, stellt das Element in seinem Lehrbuch unter die schweren

---

1) Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, séance du 15. Decembre 1862.

Metalle und beschreibt es unmittelbar hinter dem Blei; allerdings fügt er am Schlusse die Bemerkung hinzu; »Der chemische Charakter des Thallium ist so eigenthümlich, dass es mit keinem andern Metall verglichen werden kann. Während es in mehreren Beziehungen den Alkalimetallen ähnlich ist, zeigt es besonders wegen seiner Fällbarkeit durch Schwefelammonium und der leichten Reduction durch Zink aus seinen Salzlösungen mehr Beziehungen zu den schweren Metallen«.

In dem Lehrbuch von Graham-Otto wird es in der Einleitung der zweiten Abtheilung des zweiten Bandes, welche über die allgemeinen Eigenschaften der Metalle handelt, zu wiederholten Malen unter den schweren Metallen genannt und in unmittelbarer Nähe des Blei's aufgeführt. — Wöhler stellt es in seinem Grundriss gleichfalls neben das Blei. — Man sieht also, dass über den, dem Thallium anzuweisenden Platz unter den Chemikern noch keineswegs Einigkeit herrscht.

Diejenigen, welche das Thallium zu den Alkalimetallen rechnen, führen für diese Ansicht an: 1) die Löslichkeit des Thaliumoxyduls in Wasser und die stark alkalische Reaction dieser Lösung, 2) die Fällbarkeit mancher Metallsalze, z. B. Zinkoxydsalze durch das Thalliumoxydul, 3) die Existenz eines Thalliumalkoholat's, 4) die leichte Löslichkeit des Thalliumfluorürs, des kohlensauren und schwefelsauren Thalliumoxyduls und die Isomorphie des letzteren mit dem schwefelsauren Kali, 5) die Bildung von Thalliumoxydulalaunen, 6) die Löslichkeit der phosphorsauren Thalliumoxydul-Salze, des Cyan-, des Ferro- und Ferridcyanthallium, 7) die Unlöslichkeit des Thalliumplatinchlorids.

Ehe ich jetzt zu den zahlreichen gewichtigen Momenten übergehe, welche dafür sprechen, das Thallium unter die schweren Metalle zu zählen, muss ich noch einige Worte über die Beziehung sagen, in welcher das Mischungsgewicht des Thallium zu denen der Alkalien nach Dumas stehen soll, sowie über die aus der specifischen Wärme abgeleiteten Argumente Willm's.

W. in seiner oben citirten Abhandlung sagt: »Herr Dumas in seinem so klaren Bericht über das Memoire des Herr Lamy fügt, nachdem er die Gründe erörtert hat, welche das Thallium unter die Alkalimetalle zu stellen zwingen, hinzu, dass, diesen Satz zugegeben, das Lithium, wenn man die numerischen Beziehungen betrachtet, welche zwischen ihren Aequivalenten bestehen, den ersten Platz in der Reihe dieser Metalle einnimmt, indem es das niedrigste Aequivalent hat, während das Thallium am andern Ende der Reihe mit dem höchsten Aequivalent sich befindet. Diese Reihe ist folgende:

Lithium	7
Natrium	23
Kalium	39
Rubidium. . . .	85
Caesium	123
Thallium	204

Ueber diesen Gegenstand ist noch bemerkt worden, fügt Dumas hinzu:

1) Dass das Aequivalent des Natrium genau die Hälfte der Aequivalente des Kalium und des Lithium ist, $\frac{39 + 7}{2} = 23$.

2) dass, wenn man das Doppelte des Gewichts des Natrium zum Gewichte des Kalium fügt, man das Gewicht des Rubidium erhält: $46 + 39 = 85$,

3) dass, wenn man das Doppelte des Gewichts des Natrium zum Doppelten des Gewichts des Kalium fügt, man nahezu das Gewicht des Caesium erhält: $46 + 78 = 124$,

4) dass, wenn man das Doppelte des Gewichts des Natrium zum Vierfachen des Kalium hinzufügt, man nahezu das Gewicht des Thallium erhält: $46 + 156 = 202$.«

Zu 3) erwähnt W. in einer Anmerkung, dass durch spätere Forschungen freilich das Aequivalent des Caesium zu 133 festgestellt sei, dass sich aber auch diese Zahl in den Zusammenhang der Reihe bringen lasse, wenn man sie betrachte als gleich dem vierfachen Gewicht des Natrium plus dem Gewicht des Kalium: $92 + 39 = 131$.

Schliesslich bemerkt er, dass Dumas, indem er diese Beziehungen aufsuchte, dadurch nicht eigentlich habe ein neues Beweismittel für die Stellung des Thallium unter die Alkalimetalle bringen wollen, sondern dass er diesen Punct bereits hinlänglich erwiesen achte und nur beiläufig ein numerisches Band zwischen den Aequivalenten der Alkalien habe aufsuchen wollen.

Wie locker und künstlich gemacht der hier aufgestellte Zusammenhang ist, scheint mir am Klarsten daraus hervorzugehen, dass, wenn das Aequivalent des einen Elements nach neueren Forschungen sich plötzlich um 10 höher stellt, die aufgestellte Rechnung den Autoren deshalb um Nichts unwahrscheinlicher erscheint, sondern, dass es schnell gelingt ein neues Verhältniss herzustellen.

Der Zusammenhang unter den Aequivalent-Zahlen verwandter Elemente ist bis jetzt noch so wenig aufgeklärt, dass es durchaus unstatthaft erscheint, aus einer darauf gegründeten Combination einen

Rückschluss zu machen. Für den vorliegenden Fall lässt sich das sehr leicht in einem Beispiel erörtern.

Man ist jetzt allgemein darüber einig, dass das Thallium nicht wie Crookes anfänglich annahm, zu den Metalloïden resp. der Schwefel-Selen-Gruppe gehöre. Es würde aber diesem Chemiker leicht gewesen sein, zwischen dem Aequivalent des Thallium und jenem der 3 Elemente Schwefel, Selen und Tellur einen eben solchen Zusammenhang aufzufinden, als es Dumas mit dem Thallium und den Alkalimetallen gelungen ist. — In der Reihe:

Schwefel . . . 16
Selen 39,5
Tellur 64

ist der Zusammenhang bekannt. Fügt man nun das Doppelte des Aequivalents des Selen zum Doppelten des Tellur, so kommt man dem Aequivalent des Thallium fast ebenso nahe, wie Dumas mit der Zahl 202; denn 79 + 128 = 207.

Ich sollte meinen, dass dieser Trugschluss allein genügte, um das Dumas'sche Argument zu entkräften.

Willm sagt weiter, indem er darauf hinweist, dass das Atomgewicht des Thallium, aus seiner specifischen Wärme abgeleitet, sich, ebenso wie das des Kalium, zu 102 berechnet, es müsse das Thallium, ebenso wie das Kalium, als einatomig angesehen werden, während das Blei, dessen Aequivalent 103,5 mit dem berechneten übereinstimmt, als zweiatomig zu betrachten sei.

W. übersieht dabei, dass sich aus der angeführten Thatsache ebenso gut eine Aehnlichkeit des Thallium mit dem Silber ableiten lässt, denn das Aequivalent desselben berechnet sich aus der specifischen Wärme gleichfalls nur zu 54, während es doch allgemein zu 108 angenommen wird. — Nun hat auch in sehr vielen anderen Beziehungen das Thallium mit Silber kaum weniger Aehnlichkeit, als mit Blei, und es würde gewiss, wenn es unter die schweren Metalle zu zählen sei, bei beiden seinen Platz erhalten müssen.

Durch das Beispiel des Silbers wird gleichzeitig auch ein Argument entkräftet, welches W. als das gewichtigste für die Placirung des Thallium unter die Alkalimetalle bezeichnet, nämlich der Isomorphismus einiger Thalliumoxydulsalze mit Kalisalzen, besonders der Sulfate.

Durch Mitscherlich's[1] Untersuchungen ist bekannt, dass sehr viele Silbersalze mit Natronsalzen isomorph sind. Ich nenne hier nur das schwefelsaure Silberoxyd und das unterschwefelsaure Silberoxyd. Zwar

---

1) Pogg. Annal. Bd. XII. p. 138, u. Bd. XXV. p. 301.

hat man bis jetzt durch Versuche nur festgestellt, dass das unterschwefligsaure Silberoxyd mit den unterschwefligsauren Alkalien und alkalischen Erden Doppelsalze bilde, aber in Folge des oben besprochenen Isomorphismus würde es höchst wahrscheinlich gelingen, die entsprechenden Natronsalze in Doppelverbindungen durch Silbersalze vertreten zu lassen, und man könnte vielleicht auch Silberalaune erhalten, wenn die dahin gerichteten Versuche nicht etwa an der Schwerlöslichkeit des schwefelsauren Silberoxyd's scheitern sollten. Dadurch würde auch das Vermögen des schwefelsauren Thalliumoxydul's, Alaune und andere Doppelsalze, wie sie Werther mit isomorphen Sulfaten der Magnesia-Reihe erhalten hat, zu bilden, leicht erklärlich, und, weit entfernt, für die alkalische Natur des Thallium zu zeugen, würde es vielmehr den Beweis liefern, dass die Thatsachen des Isomorphismus von uns durchaus noch nicht in ihrer letzten Ursache erkannt sind.

Neben diesem Beispiel des Isomorphismus der Salze solcher Metalle, die ganz verschiedenen Gruppen angehören, erscheint es unnöthig, noch darauf hinzuweisen, dass Isomorphieen zwischen Blei- und Strontian- resp. Baryt-Salzen, sowie auch zwischen Zinn- und Magnesia-Salzen etc. vorkommen. Deshalb hat man indess sich nie bewogen gefunden, daraus Schlüsse über die chemische Stellung dieser Körper zu ziehen.

Eine von Vielen betonte Aehnlichkeit des Thallium mit dem Kalium soll darin bestehen, dass seine Salze mit Platinchlorid ein unlösliches Doppelsalz bilden. Dieser Umstand scheint mir indess wenig zu beweisen; erstlich ist das Verhalten der Alkalimetalle selbst in dieser Beziehung verschieden, indem bekanntlich Chlornatrium ein lösliches Doppelsalz, das mit 6 Aequivalenten Wasser krystallisiren kann, liefert, während die andern Chloralkalien unlösliche Salze geben, und zweitens ist durch die Untersuchungen v. Bonsdorff's[1]) dargethan worden, dass nicht allein Chloride der Alkalien, sondern auch Chloride der Metalle und der alkalischen Erden mit Platinchlorid Doppelsalze bilden. Dieselben haben die allgemeine Formel $RCl, PtCl^2 + x aq$. Es sollen das Strontium- und Calcium-Salz mit 8, das Barium-Salz mit 4, das Magnesium-, Eisen-, Mangan-, Zink-, Cadmium-, Kobalt-, Nickel- und Kupfer-Salz mit 6 Aequivalent Wasser krystallisiren; die acht letztgenannten sind isomorph. Sowie sich also hier Magnesium, Eisen, Mangan etc. an die Seite des Natrium stellen, ohne dass man daraus geschlossen hat, sie gehörten in eine Gruppe, ebensowenig lässt sich behaupten, dass das Thallium, welches sich der andern Gruppe der Alkalien

1) Pogg. Annal. Bd. XVII. p. 250, Bd. XIX. p. 337.

rücksichtlich seines Verhaltens zu Platinchlorid anschliesst, deswegen nicht unter die schweren Metalle zu rechnen sein dürfte.

Dass Thallium-Verbindungen die Flamme färben, ist eine Eigenschaft, die sie bekanntlich nicht allein mit den Alkalien, sondern auch mit den Salzen des Kupfers theilen.

Aus dem spectralanalytischen Verhalten des Thallium und seiner Verbindungen hat W. ALLEN MILLER[1] ganz die entgegengesetzten Schlüsse gezogen, als die französischen Chemiker. Während nämlich das auf gewöhnliche Weise im BUNSEN-KIRCHHOFF'schen Apparate erzeugte Spectrum des Thallium nur die bekannte grüne Linie zeigt, enthält das Spectrum des zwischen zwei Thallium-Drähten überspringenden elektrischen Funkens mehrere neue Linien, welche die für die Metalle charakteristische Eigenschaft zeigen, an den Enden viel intensiver zu sein, als in den mittleren Theilen. Die Photographie des Spectrums erinnert am Meisten an das des Cadmium und Zink's, weniger an das des Blei's. MILLER bekämpft auf Grund dieser Beschaffenheit des Spectrums die LAMY-DUMAS'sche Ansicht und ist der Meinung, dass das Thallium in die Nähe des Blei's und Silber's gestellt werden müsse.

Man hat aus dem Umstande, dass blankes Thallium an der Luft schnell anläuft und sich mit einer Oxydschicht bedeckt, auf ein grosses Vereinigungsstreben des Metalls zum Sauerstoff geschlossen, aber abgesehen davon, dass dasselbe nach SCHÖNBEIN's[2]) Untersuchungen in trockenem und ozonfreiem Sauerstoff ganz unverändert bleibt, spricht auch der Umstand, dass das Thallium die Kohlensäure und das Wasser nicht zerlegt, und, wie ich gezeigt habe, durch Kohlenoxydgas aus seinen Oxyden leicht reducirt wird, desgleichen die leichte Reducirbarkeit aus seinen wässrigen Salzlösungen durch den elektrischen Strom durchaus nicht für eine grosse Verwandtschaft zum Sauerstoff.

Es ist zudem eine bekannte Thatsache, dass auch blankes Blei sich nach einiger Zeit mit einer Oxydschicht überzieht und die Versuche vieler Chemiker, unter andern die von ELSNER und NOAD[3]) haben gelehrt, dass es in Berührung mit Wasser und Luft sich äusserst schnell mit weissem Bleioxydhydrat bedeckt, welches von Wasser in nicht unbedeutender Menge gelöst wird, so dass durch Schwefelwasserstoff braune und schwarze Färbung entsteht. — Mag auch das Thallium etwas grös-

1) Soc. Roy. London, 15. Jan. 1863; Annales de Chim. et de Phys. III. Série, T. LXIX, p. 507.

2) Journ. f. pract. Chem. XCIII, p. 35.

3) Chem. techn. Mittheilg. 1854—56. p. 24; Jahresber. v. LIEBIG und KOPP, 1851. p. 616.

sere Verwandtschaft zum Sauerstoff haben, als andere schwere Metalle, jedenfalls kann dieselbe mit derjenigen, welche die Alkalimetalle zeigen, nicht verglichen werden: denn dieselben zersetzen bekanntlich sowohl das Wasser, als auch die Kohlensäure unter Feuererscheinung.

Derjenige Umstand, der unstreitig am Meisten geeignet wäre, dem Thallium den Platz unter den Alkalimetallen anzuweisen, ist die Löslichkeit des Oxyduls in Wasser. Man ist allerdings gewöhnt, die Unlöslichkeit der Oxyde als eine charakteristische Eigenschaft der schweren Metalle, die Löslichkeit als eine solche der alkalischen Erden und Alkalien anzusehen, aber es muss constatirt werden, dass innerhalb der verschiedensten Gruppen sich ausserordentliche Differenzen in dieser Hinsicht zeigen: Kalihydrat und Lithionhydrat, Barythydrat und Magnesiahydrat, selenige und tellurige Säure, Phosphorsäure und Antimonsäure. Dasselbe gilt für die schwefelsauren, phosphorsauren und kohlensauren Salze: schwefelsaurer Baryt und schwefelsaure Magnesia, schwefelsaures Quecksilberoxyd und schwefelsaures Bleioxyd, phosphorsaures Kali und phosphorsaures Lithion, kohlensaures Kali und kohlensaures Lithion. Dazu kommt die Unlöslichkeit des chromsauren Thalliumoxyduls, des Chlor-, Iod- und Bromthallium der Löslichkeit der entsprechenden Alkalisalze gegenüber. Man sieht daraus, dass Löslichkeitsverhältnisse der Verbindungen Nichts entscheiden, wenn es sich um die chemische Stellung einer Substanz handelt.

Es spricht aber ferner gegen die Alkalinatur des Thallium, dass dasselbe noch ein unlösliches Oxyd bildet, welches, wenn es auch leicht Sauerstoff abzugeben und mit concentrirter Salzsäure Chlor zu entwickeln vermag, doch mit Sauerstoffsäuren Salze bildet und dadurch von den Superoxyden sich wesentlich unterscheidet.

Wenn man überhaupt zugeben muss, dass die Löslichkeit des Oxyduls nicht unbedingt ein Criterium für die alkalische Natur des Thallium abgiebt, so fällt damit das letzte Argument für die Lamy-Dumas'sche Auffassung hinweg. Denn die sonst noch bemerkenswerthen Eigenschaften des Thallium, so die alkalische Reaction und der laugenartige Geruch der Oxydulhydratlösungen und ihre Eigenschaft, Kieselsäure zu lösen, sowie die Löslichkeit der Cyanverbindungen, die Bildung von in Alkohol löslichem Thalliumalkoholat werden in der Löslichkeit des Oxyduls eine genügende Erklärung finden.

Ganz direct gegen die Alkalinatur des Thallium sprechen aber vor Allem drei Eigenschaften: 1) die Abscheidung desselben durch Zink aus den wässrigen Lösungen seiner Salze, 2) die Reducirbarkeit seiner Oxydationsstufen durch Kohlenoxyd und 3) die Fällbarkeit durch Schwefelammonium.

Will man sich darnach ein Bild von der Stellung des Thallium im System machen, so würde man sagen müssen, es sei das Metall, welches die Gruppe der Alkalien und alkalischen Erden mit der Eisen- und Bleigruppe verknüpfe.

Schliesslich nehme ich Gelegenheit, den Herren Dr. SONNENSCHEIN und Professor Dr. GEUTHER, unter deren Anleitung ich die vorstehenden Untersuchungen ausführte, für die gütige und bereitwillige Unterstützung, welche mir dieselben dabei zu Theil werden liessen — und meinem geehrten Freunde, Herrn Dr. CARSTANJEN in Berlin für die Liberalität, mit welcher er mir das erforderliche Material zur Verfügung stellte, meinen wärmsten Dank auszudrücken.

Jena, Januar 1868.

Ueber die Drehung des Humerus.

Von

C. Gegenbaur.

(Hierzu Taf. I.)

Unter der Bezeichnung »Drehung« (Torsion) des Humerus machte CHARLES MARTINS [1]) eine Erscheinung bekannt, welche an sich nicht wenig interessant, für die Vergleichung der beiden Extremitäten aber von grösster Wichtigkeit ist. Sie gibt für diese Operation einen Factor ab, der die Mehrzahl der grossen, hier auftretenden Schwierigkeiten beseitigt. Obgleich ich selbst bei meiner Vergleichung der vordern und hintern Gliedmassen der Wirbelthiere zu wesentlich denselben Resultaten gekommen war, wie der vorgenannte Autor, so hatte ich damals dennoch Bedenken gegen jene Aufstellungen, und legte Lageveränderungen der proximalen Enden von Ulna und Radius das Hauptgewicht bei. Diesen Verschiebungen jener Enden muss ich auch heute noch das Wort reden. Allein ich halte sie nicht mehr für das Ausschliessliche, ja nicht einmal für das Hauptsächlichste bei der Umgestaltung welche die Lagerungsverhältnisse der Theile des Armskelets im Vergleiche mit dem Skelete der hintern Gliedmassen darbieten. Eine genaue Prüfung der Angaben von MARTINS, noch mehr aber das Auffinden positiver Nachweise für den genannten Vorgang lassen mich nicht nur jener Auffassung vollkommen beipflichten, sondern geben auch zu diesen Zeilen mittelbaren Anlass. Diese meine gleich von vornherein erklärte Zustimmung bezieht sich jedoch nur auf die Drehung der Humerus. Bezüglich der

---

1) Nouvelle Comparaison des membres pelviens et thoraciques chez l'homme et chez des Mammifères deduite de la torsion de l'Humerus. Extrait des Mémoires de l'Academie des Sciences et lettres de Montpellier T. III. p. 471. Montpellier 1857. — Auch in den Ann. des sc. nat. Sér. IV. Tome 8. 1857. p. 45.

Deutungen von Olecranon und Patella muss ich auch jetzt noch andrer Meinung sein.

Beachten wir zunächst die Angaben von Martins. Er sagt in dem der Vergleichung des Femur mit dem Humerus gewidmeten Abschnitte seiner Abhandlung: »Der Humerus des Menschen ist ein um seine Axe in einem Winkel von 180 Grad gedrehter Knochen. Das Femur ist ein gerader Knochen, ohne Drehung. Da der Humerus ein gedrehtes Femur vorstellt, so muss man bei der Vergleichung dieser beiden Knochen vor allem den Humerus zurückdrehn (détordre); das Resultat dieser Operation wird sein, dass die Epitrochlea nach aussen, der Epicondylus nach innen gerichtet sein wird. Alsdann bietet die Vergleichung der Brust- und der Beckengliedmassen gar keine Schwierigkeit mehr. Der Kopf des Humerus bleibt dabei unverändert in seiner Lage nach innen (median) wie jener des Femur.«

»Die Körper beider Knochen besitzen ihre Kanten parallel ihrer Axe. Die convexe oder tricipitale Fläche des Oberarmknochens findet sich vorne, wie die vordere, convexe oder tricipitale Fläche des Oberschenkelknochens. Beide Knochen sind somit einander ähnlich; ihre Condylen sind nach hinten gerichtet. Der innere Theil, der nunmehr zum äussern geworden ist, entspricht durch seinen stärkern Vorsprung dem sich ähnlich verhaltenden äussern Condylus des Femur; das Olecranon liegt wie die Patella nach vorne zu; diese ist an den vordern äussern Theil des Kopfes der Tibia befestigt, welcher die mit einander verbundenen und verschmolzenen Köpfe der Ulna und des Radius vorstellt.«

»Für den Unterschenkel und den Vorderarm scheinen nun die Schwierigkeiten gleichfalls gelöst. Wenn die Gliedmasse sich in Supination befindet, so lässt die Rückdrehung (détorsion) des Humerus den Vorderarm eine Drehbewegung ausführen, welche die Streckfläche nach vorne bringt, die Beugefläche nach hinten; folglich wird der der Tibia analoge Radius sich innen finden; die Ulna, der Fibula analog, aussen. Der Daumen und die grosse Zehe sind beide innen, der kleine Finger und die kleine Zehe aussen gelagert.«

Um sich von der Richtigkeit dieser Aufstellung zu überzeugen, genügt es nach Martins »am Humerus des Menschen oder irgend eines Säugethieres die rauhe Linie zu verfolgen welche vom Epicondylus an sich schräg gegen die hintere Fläche wendet, diese längs der Rinne für den Radialnerv umzieht, und sich mit der Insertionsoberfläche des Anconaeus internus fortsetzt, um unterhalb des Humerus-Kopfes an einer ausgezeichneten Stelle des Halses zu enden, gerade am andern Ende des Querdurchmessers des Knochens. Diese Drehung ist von vielen Anthropotomen beachtet worden.«

»Doch zogen diejenigen, welche die Thatsache constatirten keineswegs die sich daraus ergebenden Folgerungen. Dass diese von einem Botaniker verstanden wurden, ist jedoch nicht auffallend, wenn man weiss, dass die Drehung an den Stengeln der Gewächse eine sehr gewöhnliche Erscheinung ist. Man muss ihr beständig Rechnung tragen, da sie die symmetrische Anordnung der Anhangsorgane, der Knospen, Blätter, Blüthen etc. stört.«

»Da die Drehung des Humerus eine unbestreitbare Thatsache ist, so ist es klar, dass man logischer Weise diesen Knochen nicht mit dem Femur vergleichen konnte, ohne ihn zurückzudrehen, und aus ihm einen ebenso geraden Knochen darzustellen als es das Femur ist; denn es ist die Drehung welche den Sinn der Beugung der Beckengliedmassen umkehrt, weil der Vorderarm sich nach vorne, der Unterschenkel dagegen nach hinten beugt.«

»Die Drehung ist keine ausschliessliche Eigenthümlichkeit des menschlichen Humerus, sie ist allgemein in den drei obersten Abtheilungen der Wirbelthiere, der Säugethiere, Vögel und Reptilien, lebender sowohl als fossiler; sie beträgt 180° beim Menschen und den Land- oder Wassersäugethieren; 90° bei den Chiroptern, den Vögeln und den Reptilien.«

»Beim Menschen nnd den Land- und Wassersäugethieren beträgt die Drehung zwar immer 180°, allein die Verhältnisse der Axen des Halses und den Trochlea sind nicht in der ganzen Reihe dieselben. Es gibt davon zwei Modificationen.«

»Beim Menschen und den anthropomorphen Affen, wie der Orang, Chimpansee, der Troglodytes Tschego, der Gorilla und die Gibbons, sind die Axen des Halses des Femur wie des Humerus parallel und alle beide gegen die Wirbelsäule gerichtet, d. h. von aussen nach innen und von unten nach oben. Die eine wie die andere, ebenso wie die Axen des Körpers beider Knochen, sind in derselben Ebene etwas vertical und senkrecht gegen die Vertebro-Sternal-Ebene. Diese Richtung der Axen ist die mechanische Bedingung für die Drehbewegung des Arm- und des Schenkelknochens in ihrer Gelenkpfanne.«

»In dieser Thiergruppe ist wie beim Menschen die Axe der Trochlea des Humerus ebenso parallel der Ebene in welcher die Axen des Halses und des Körpers desselben Knochen liegen; und man kann wenn das Thier aufrecht auf seinen Füssen steht, in physikalischer (nicht in mathematischer Beziehung) sagen, dass die Axe des Humerushalses, des Körpers dieses Knochens, und die seiner Trochlea, ebenso wie jene des Femurhalses, die Axe dieses Knochens und die

seiner Condylen deutlich in einen und derselben verticalen Ebene liegen, die senkrecht gegen die Medianebene des Körpers gerichtet ist.«

»Bei den Land- und Wasser-Säugethieren ist die Axe des Femurhalses wie beim Menschen gelagert, und die Ebene welche man durch die Axe des Knochens, sowie jene des Femurhalses legt, ist ebenfalls senkrecht zur Medianebene des Körpers. Aber nicht dasselbe ist an den vorderen Gliedmassen der Fall: die Axe des Humerushalses ist von vorn nach hinten und von unten nach oben gerichtet. Diese Axe und jene des Humeruskörpers liegen in einer Ebene, welche parallel zu der Sternovertebralebene steht. Daraus folgt, dass die Ebene, in der die Axe des Knochens und jene seines Halses liegen, senkrecht zur Axe der Trochlea liegt«, »während beim Menschen diese drei Axen in eine und dieselbe Ebene fallen. Wenn wir als Vergleichungspunct die Axenrichtung des Femurhalses nehmen, welche bei allen Thieren dieselbe ist, so können wir zugeben, dass beim Menschen und den höhern Affen der Humeruskopf an der Drehung des Körpers dieses Knochens keinen Antheil nimmt. Im Gegensatz hierzu hat bei den niedern Affen wie bei den übrigen Säugethieren das untere Ende des Humerus eine Umdrehung von 180⁰ erlitten, und das obere, anstatt wie beim Menschen unverändert zu bleiben, ist gleichfalls um 90⁰ gedreht. Diess wird bewiesen durch die relative Lagenveränderung der Rauhigkeiten, welche die Bicepsrinne begrenzen. Die Tuberositas externa beim Menschen wird bei den Säugethieren zur vordern, die Tuberositas interna des Menschen zur hintern, was eine Drehung von 90⁰ voraussetzt.« »Die Folge dieser Lagenveränderung ist die Bewegung der Vordergliedmassen des Säugethieres in einer Ebene, indem es nur ganz unvollkommen die Drehbewegungen vollführen kann, welche den Menschen und die anthropomorphen Affen auszeichnen.«

»Bei den Chiroptern, den Vögeln, und den Reptilien beträgt die Drehung des Humerus nur 90⁰, die Axen des Femurhalses und des Humerus sind wie beim Menschen gerichtet, nämlich die Axe des Körpers des Knochens und jene des Halses liegen in einer zur Medianebene senkrecht stehenden Ebene. Da jedoch der Körper des Humerus blos um 90⁰ gedreht ist, so ist die Trochlea nach aussen gerichtet. Bei diesen Thieren ist die Ebene, in welcher die Axe des Knochens und jene seines Halses liegt, senkrecht gerichtet gegen die Axe der Humerus-Trochlea, und ebenso geschieht die Bewegung des Vorderarms gegen den Oberarm nach auswärts in einer senkrecht auf die Sterno-vertebral-Ebene stehenden Ebene.«

Das vorstehend mitgetheilte umfasst einige der wichtigsten Sätze der genannten Abhandlung, welche ich ausführlicher mitzutheilen mir

erlaubte, da die Arbeit in Deutschland wenig gekannt, oder doch mindestens nicht gebührend beachtet ist.[1] Der Verfasser erläutert weiterhin noch die Beziehungen, welche diese verschiedenen Axenstellungen der Extremitätenknochen zu den von den Extremitäten ausgeführten Hauptbewegungen besitzen, und in den andern Capiteln der Abhandlung wird die Vergleichung, sowohl der Skelettheile als der übrigen Theile der Extremitäten — Muskeln, Nerven, Arterien — durchgeführt. Es ist indessen keineswegs meine Absicht auf alle diese Verhältnisse einzugehen, vielmehr will ich nur an die Erscheinung der Drehung des Humerus anknüpfen, da diese ja für die Vergleichung der beiden Extremitäten nach MARTINS ohnehin den Cardinalpunct abgibt.[2])

Nach MARTINS soll der Humerus des Menschen im Vergleiche zum Femur eine Drehung von 180° um seine Axe vollführt haben; so dass der ulnare Epicondylus ursprünglich aussen, der radicale dagegen innen

---

1) Berücksichtigt finde ich sie im Handbuch der Anatomie von CRUVEILHIER (Traité d'Anatomie descriptive. Quatrième Edition, Tome I. Paris 1862. In einem der Vergleichung beider Extremitäten gewidmeten Abschnitt S. 262 heisst es: »M. Martins a bien voulu faire, pieces en main, la démonstration de son ingenieuse theorie devant la Societe anatomique, et nous devons dire qu'il nous a parfaitement convaincu, ainsi, que tous les membres de la Société qui assistaient à cette séance.« Die MARTINS'sche Angabe einer Drehung von 180° für den Humerus des Menschen wird dabei als richtig angenommen. —

2) Die Geschichte der Vergleichung findet sich bei MARTINS gleichfalls ausführlich besprochen. In gedrängterer Form habe ich in meiner Ahandlung über den Carpus und Tarsus das Wichtigste darüber zusammengestellt. Von einigen damals mir nicht zugänglichen Abhandlungen war mir inzwischen Einsicht zu nehmen gestattet. Die eine, Étude d'Anatomie philosophique sur la main et le pied de l'homme et sur les Extrémités des Mammiferes ramenées au type pentadactyle, par les professeurs N. JOLY, et A. LAVOCAT, Toulouse 1853, vertritt die Principien der GEOFFROY-'schen Schule. Wenn diese auch als »die wahren Grundlagen einer wirklichen wissenschaftlichen Vergleichungsmethode« aufgeführt wurden, so bewähren sie sich doch nur sehr wenig als solche, wie alsbald aus der Aufstellung von zwei je fünf Stücke umfassenden Reihen von Carpus oder Tarsusknochen hervorgeht. Hierfür wie für andere Aufstellungen sucht man vergeblich nach einer »wirklich wissenschaftlichen« Begründung, denn das »Gesetz der Analogie« lässt auch hier im Stich. Viel wichtiger ist die Arbeit von G. M. HUMPHRY. Observations on the limbs of vertebrate animals, the plan of their construction; their homology; and the comparison of the fore and hind limbs. Cambridge and London, 1860. Obgleich keine neuern Thatsachen bringend, ist die Abhandlung doch reich an trefflichen Bemerkungen. Da jedoch zum Verständniss der unterhalb der Säugethiere stehenden Classen durchaus neue Untersuchungen nöthig waren, so würde sie schwerlich einen Einfluss auf die Ergebnisse meiner Arbeit gehabt haben. Da die Abhandlung auch der MARTINS'schen Drehung des Humerus entgegentritt, werde ich in dieser Arbeit darauf zurückkommen müssen.

sich befand. Diese Drehung wird allerdings nicht als thatsächlich sich vollziehend angenommen, sondern nur im Vergleiche zum Femur sowohl, als zur Humerusstellung niedrer Wirbelthierclassen als virtuell vorhanden aufgestellt. Zur Prüfung dieser Aufstellung ist vor Allem ein bestimmterer Nachweis des Verhaltens des proximalen und distalen Humerusendes nöthig, denn die Angaben von Martins, dass eine durch den Hals des Humerus gelegte Axe in derselben Ebene liege mit der durch das distale Ende gelegten Queraxe ist nicht sicher erwiesen, und ergibt sich schon bei blosser Betrachtung mehrerer Humeri als keineswegs durchgreifend. Eine zweite Frage betrifft die Jugendzustände des Humerus, aus welchen zu ermitteln wäre, ob die Stellung der beiden Enden zu einander stets die gleiche sei.

Für die erste Frage ist eine von Lucae [1]) gemachte Beobachtung von Bedeutung, nach welcher beim Neger das distale Ende des Humerus eine andere Stellung zum Gelenkkopfe besitzen soll, als beim Europäer. Welcker hat das durch mehrere Messungen bestätigt, die von Lucae veröffentlicht worden sind. [2]) Dem Verhalten beim Neger wird der Befund des Humerus eines Europäers und eines Juden entgegengestellt. Das Verfahren Welcker's bestand darin »auf dem Caput humeri eine Linie aufzutragen, welche die Richtung bezeichnet, in welcher der Gelenkkopf sich nach der Schulter hinwendet«. Sie verläuft an der Insertionsfacette des Musc. supraspinatus nach dem unteren etwas lippenförmig prolongirten Rande des Gelenküberzuges hin«, sodann wurden den Condylen des Cubitalendes zwei Stecknadeln eingefügt. Der Knochen wurde nun in einem Glaskasten senkrecht aufgestellt, Kopf nach oben, und zunächst dieser mit dem Fadenkreuzdiopter nach der Lucae'schen Methode gezeichnet. Die auf das Caput humeri aufgetragene Linie »wurde in die Zeichnung mit aufgenommen, zugleich aber auch diejenigen Theile des Cubitalendes, welche bei dieser Aufstellung des Knochens sichtbar waren sammt den Stecknadeln. Hierauf wurde der Knochen mit dem unteren Ende nach oben aufgestellt, und die Unterseite des Processus cubitalis sammt den Stecknadeln gezeichnet.« Durch Uebertragung der einen Zeichnung auf die andere unter Anpassung an die daselbst angezeichneten Axenlinien konnte dann der zwischen beiden bestehende Winkel gemessen werden.

Aus den auf diese Art ausgeführten Messungen Welcker's geht zwar hervor, dass die Stellung des distalen Endes zum Humeruskopf beim

---

1) Abhandl. der Senkenberg. naturf. Gesellsch. V. Bd.

2) Archiv f. Anthropologie II. S. 273.

Neger eine vom Verhalten beim Europäer abweichende ist, Lucae will aber darin keinen »typischen Unterschied zwischen Europäer und Neger erkennen, da noch einige bei Europäern gemachte Messungen ziemliche Schwankungen ergaben.« Bevor verglichen werden kann, wird aber erst eine Norm in dem aus zahlreichen Messungen sich ergebenden Mittelwerthe aufzustellen sein.

Meine eigenen Untersuchungen erstreckten sich auf Messungen von 36 Oberarmknochen Erwachsener. Die Objecte gehörten theils dem osteologischen Unterrichtsmaterial der hiesigen anatomischen Anstalt, theils den Skeleten der Sammlung an, die Messung habe ich ganz in der von Welcker geübten Weise vorgenommen. Da aber, wie dieser selbst zugesteht, verschiedene Beobachter die eine Linie »um 1—2 Winkelgrade verschieden« legen können, so hielt ich es nicht für nöthig auch die Decimalen mit in Anschlag zu bringen. Vielmehr möchte ich der Möglichkeit einer verschiedenen Linienlegung einen viel grösseren Breitegrad der Schwankung einräumen. Zunächst sind ja die beiden Stellen, zwischen denen Welcker die Linie über das Caput humeri zieht, keine festen Puncte. Die Supraspinatusfacette ist verschieden gross, und der »untere lippenförmig prolongirte Rand des Gelenküberzuges« fehlt sehr häufig vollständig. Eine Linie zu suchen die über die Mitte des Gelenkkopfes hinwegziehend in eine durch die Längsaxe des Humerus gelegte Ebene fällt, hat mir dann das Rathsamste geschienen. Für die Linie am distalen Ende des Humerus ergeben sich geringere Schwierigkeiten. Die verschiedene Gestaltung der Epicondylen erhöht jedoch gleichfalls die Unsicherheit. In den einzelnen untersuchten Humeris ergab die Winkelmessung zwischen jenen beiden Linien folgende Zahlen:

1.	10°	—	15.	12°	Weib.
2.	14°	altes Weib.	16.	3°	–
3.	32°	Mann.	17.	20°	–
4.	23°	Weib.	18.	5°	–
5.	20°	–	19.	18°	Weib v. 28 Jahren.
6.	22°	–	20.	6°	Mann.
7.	5°	Mann.	21.	11°	Mann v. 50 Jahren.
8.	10°	–	22.	12°	Mann.
9.	23°	–	23.	10°	–
10.	13°	Mann v. 64 Jahren.	24.	8°	–
11.	15°	Mann v. 30 Jahren.	25.	2°	–
12.	19°	Mann.	26.	14°	–
13.	5°	–	27.	14°	–
14.	10°	–	28.	11°	Weib.

29.	9°	Weib v. 40 Jahren.	33.	14°	Mann.
30.	4°	Mann.	34.	19°	–
31.	8°	–	35.	6°	–
32.	9°	–	36.	4°	–

Das Mittel von diesen 36 Fällen ergibt einen Winkel von 12°. Als grösster Winkel erscheint einer von 32°, als geringster einer von 2° In 11 Fällen bleibt der Winkel unter 10°. In 18 Fällen bewegt er sich zwischen 10—20°. Nur in 4 Fällen übersteigt er 20°. Eine Verschiedenheit des Verhaltens in beiden Geschlechtern kann nicht erkannt werden. Mit dem gefundenen Mittelwerthe stimmen auch die wenigen von Anderen vollführten Messungen überein, Welcker gibt für einen Fall 2,5°, Lucae für drei Fälle 8°, 10° und 13° an. Zähle ich diese meiner Beobachtungsreihe bei, die dadurch auf 40 Fälle sich erhebt, so wird der Mittelwerth nur wenig verändert, er wird sich dann auf 11,8° stellen. Da die beiden Linien also noch nicht in eine durch die Längsaxe des Humerus gelegte Ebene fallen, so ist folglich im Anschlusse an die Martins'sche Auffassungsweise keine Drehung um 180° vorhanden, sie wird im Mittel nur als eine von 168° bezeichnet werden dürfen.

Wenn sich nun schon von hier aus ein Vergleichungsobject mit den Stellungen der Humerusenden bei anderen Rassen oder bei Thieren finden liesse, so schien mir wichtiger zuerst die zweite der oben berührten Fragen ins Auge zu fassen, nämlich den Befund dieser Verhältnisse in jüngeren Lebensaltern. Das in dieser Richtung untersuchte Material darf ich keineswegs als ausreichend bezeichnen, allein es hat pennoch einiges Bemerkenswerthe ergeben.

An Humeris von Embryonen aus der 12—16. Woche, die ich in Untersuchung zog, war mir bedenklich die Messung auszuführen. Die Beschaffenheit der knorpeligen Enden gestattete nicht, jene Linien mit der annähernden Sicherheit zu bestimmen, dass die Ergebnisse einer Winkelmessung mit jener an den Humeris von Erwachsenen vorgenommenen, einen gleichen Anspruch auf Zuverlässigkeit hätten machen können. Ich nahm daher die Untersuchung von älteren Embryonen auf. Von der 16–33. Woche habe ich 8 Exemplare untersucht, und die Winkel jener beiden Linien stellten sich wie folgt heraus.

1.	16. Woche	48°		5.	20. Woche	48°
2.	17. –	49°		6.	24. –	43°
3.	18. –	50°		7.	33. –	22°
4.	19. –	30°		8.[1]	33. –	59°

Da ich nicht eine grössere Anzahl aus gleichem Alter untersucht

1) Vergl. Taf. I. Fig. III.

habe, so können die gefundenen Zahlen in Anbetracht der Möglichkeit, ja sogar Wahrscheinlichkeit einer bedeutenderen Schwankung, keineswegs als Normzahlen für einzelne fötale Lebensperioden gelten, und ich muss mich sogleich gegen jede derartige Unterstellung verwahren. Aber aus der kleinen Untersuchungsreihe kann dennoch geschlossen werden, dass die Winkelstellung der beiden Linien eine bedeutend andere ist, als beim Erwachsenen. Winkel von 59°, 50°, 49°, selbst 43°, fehlen in der oben vorgeführten Reihe von Humeris Erwachsener gänzlich. Wir können also nur das, aber auch mit Sicherheit behaupten, dass der Mittelwerth der Winkel jener beiden Linien beim Fötus ein bedeutend grösserer ist, als beim Erwachsenen. Er stellt sich etwas über 43°, gegenüber 12° bei Erwachsenen.

Daran schliessen sich einige Messungen von Neugebornen. Ich fand an solchen die Winkel:

1. 35°	3. 45°
2. 59°	4. 40°

Wir erhalten hieraus im Mittel fast 45°. Der Winkel ist somit offener als bei den Embryonen. Wenn man von letzteren ausgeht, so könnte man schliessen, dass der Humerus in einer Lebensperiode wieder eine rückläufige Drehung vollführe. Das dürfte aber doch ein grober Irrthum sein. Die für Neugeborne gefundenen Grade sind zwar im Mittel höher als das Mittel der Grade bei Embryonen beträgt, allein hierbei ist nicht zu vergessen, dass jene Mittelwerthe aus einer verhältnissmässig sehr geringen Anzahl von Einzelfällen gewonnen sind. Vier, und Sieben. Jeder neuhinzukommende Fall kann den Mittelwerth bedeutend anders stellen. Nehme ich an, dass von den Embryonen No. 4 u. 7 nicht untersucht worden wäre, so würde das Mittel der an den fünf andern gemessenen Winkel fast 48° ergeben haben, somit im Vergleich zu dem Resultate bei Neugebornen einen um 5° offenern Winkel. Ich halte also diese Messungen keineswegs für zahlreich genug, um ganz specielle Schlüsse daraus zu ziehen.

Dasselbe muss ich auch von den Messungen sagen die von Kindern aus dem ersten Lebensjahre genommen wurden. Daraus habe ich die Humeri von sieben Individuen [1]) untersucht, die ich in eine nach dem Alter geordnete Reihe stelle:

---

1) Ich halte nicht für überflüssig anzuführen, dass die Untersuchungen der Jugendzustände des Humerus in keinem Falle an trockenen Exemplaren angestellt wurden, die hierzu vollständig ungeeignet sind. Daher kam es auch, dass ich mich auf eine geringe Anzahl beschränken, und das ganze von der anatomischen Samm-

1) 3 Monate . . 57°
2)[1]) 3 – 34°
3) 5 – 39°
4) 6 – 38°
5) 8 – 22°
6) 9 – 37°
7) 9 – 40°

Als Mittel ergibt sich hieraus nahebei 38°. Von den 7 Fällen bietet nur Einer einen Winkel dar, der an die bei Erwachsenen gefundene Reihe sich anschliesst; ein anderer reicht nahe heran, aber auch da zählen diese zu den höhern. Die fünf übrigen Fälle ergeben Winkel, deren Gradzahl sich selbst weit über die bei Erwachsenen gefundenen extremen Fälle erhebt. (Von älteren Kindern habe ich nur bei einem 4jährigen Knaben den Humerus untersucht und da einen Winkel von 15° gefunden, welchen sehr vereinzelten Fall ich jedoch nicht mit in Anschlag bringen will.) Es kann also für die bei Kindern aus dem ersten Lebensjahre gefundene Stellung des Humerusendes Aehnliches wie für die Humerusstellung bei Embryonen und Neugeborenen ausgesprochen werden, dass nämlich der Winkel, den jene beiden durch die Gelenkenden gelegten Linien mit einander bilden, ein bedeutend offener ist. Rechnen wir alle einzelnen (19) Fälle, die oben in verschiedenen Kategorien vorgeführt wurden, zusammen, so erhalten wir für die Stellung beider Gelenkenden im fötalen und ersten Kindesalter einen Winkel von nahezu 42°. Somit ergibt sich ein nicht unbeträchtlicher Unterschied gegen die Stellung des Gelenkendes der Erwachsenen, und man wird das letzte Verhalten nur dann aus dem frühern ableiten können, wenn man mit der allmählichen Ausbildung des Humerus eine ebenso allmähliche Aenderung der Queraxenrichtung des untern Gelenkendes statuirt. Angesichts dieser Thatsache wird eine Drehung des Humerus um seine Längsaxe als erwiesen betrachtet werden dürfen. Der Humerus muss um von dem frühern Zustande der Stellung der beiden Queraxen in den spätern überzugehen, eine Drehung um seine Längsaxe vollführen, durch welche der ulnare Epicondylus weiter nach innen, der radiale weiter nach aussen rückt. Ein die drei ersten Figuren auf der beigegebenen Tafel vergleichender Blick gibt der Vorstellung von jener Veränderung eine Unterlage. In Fig. III. sind die beiden Gelenkenden des Humerus eines 8monatlichen Fötus nach der

lung gebotene Material an trockenen Skeleten aus verschiedenen jugendlichen Altern unbenutzt lassen musste.

1) Vergl. Taf. I. Fig. II.

Welcker'schen Weise in eine Ebene in einander gezeichnet. Fig. II. stellt in gleicher Weise den Humerus eines $3^1/_2$ Monate alten Kindes dar. Fig. I. endlich kann als Schema für die aus meinen Fällen berechnete Mittelstellung des Humerus der Erwachsenen gelten. Von den dargestellten Axen wird in Fig. III. b näher an B und a an A rücken müssen um in die in Fig. II. dargestellte Stellung zu treten, sowie in dieser Figur der gleiche Vorgang Platz greifen muss um in die in Fig. I. vom erwachsenen Humerus dargestellte Lage zu treten. Damit hätte also die Martins'sche Theorie von einer Drehung des Humerus im Allgemeinen eine Bestätigung gefunden, wenn auch nicht nachgewiesen wurde, dass dem Humerus anfänglich eine mit dem Femur gleiche Stellung zukommt, und dass die Drehung sich über 180° erstreckt. Der Nachweis einer Drehung widerlegt zugleich die von Humphry gemachten Einwürfe (op. cit. p. 22), und wenn auch zunächst nur der zweite derselben, dass nämlich zu keiner Entwickelungsperiode eine Drehung beobachtet worden sei, haltlos werden dürfte, so fallen doch nicht minder auch die übrigen, und zwar um so leichter, als sie nur auf theoretische Bedenken gegründet sind.

In welchem Maasse die Erscheinung zu verschiedenen Perioden der fötalen Entwickelung sowie des jugendlichen Alters fortschreitet, ist aus meinen Beobachtungen, die nur an ganz wenigen gleichaltrigen Knochen angestellt wurden, nicht zu ersehen, und nur das eine möchte ich daraus noch anführen, dass während des ersten Lebensjahres im Vergleiche mit der embryonalen Periode die Drehung noch eine unbedeutende ist. Es lässt sich also nur vermuthen, dass die Zeit des grössten Längswachsthums des Körpers wohl auch für den Humerus jene Veränderung am raschesten herbeiführen wird. Die dabei thätigen Vorgänge werden selbstverständlich weniger in Resorptions- und Neubildungserscheinungen an der Oberfläche des Knochens gesucht werden dürfen, als in dem Wachsthum durch Knorpel an den Gelenkenden oder vielmehr an den Enden der Diaphyse.

Vergleicht man mit dem von mir für die Jugendzustände des Humerus angegebenen Verhalten die vom Humerus der Neger bekannt gewordene Stellung der distalen Gelenkenden, so wird in letzteren ein beim Europäer vorübergehender Zustand zu erkennen sein. Welcker fand für drei Fälle den betreffenden Winkel zu 26°, 29° und 40°.

Lucae gibt eine Messung zu 18° an. Ich selbst habe an zwei Skeleten gleichfalls Messungen angestellt, und fand an dem einen männlichen Skelete den Winkel zu 39°, dagegen an dem andern, weiblichen, von nur 4°. Dadurch stellt sich dieser Humerus weit über das für den Europäer nachgewiesene Mittel. Das letztere Ergebniss mahnt sehr drin-

gend derartige Untersuchungen in möglichst weit ausgedehntem Maassstabe auszuführen, oder doch dem vereinzelten Falle nur den geringsten Werth zuzuschreiben. Aus den drei von Welcker untersuchten Fällen ergibt sich ein Mittel von 32°, rechnet man dazu noch den von Lucae[1]) aufgeführten, sowie meine beiden, so stellt sich das Mittel auf 26°, also doch noch bedeutend verschieden von den für Europäer gefundenen. Diese Stellung der beiden Axen am Negerhumerus stellt Fig. IV. auf der beigegebenen Tafel dar.

Wenn Lucae anzunehmen scheint, dass die Schwankungen, welche sowohl bei Negern als bei Europäern in der Winkelstellung des distalen Gelenkendes des Humerus bestehen, nach keiner Seite hin einen Ausschlag geben, so wird dies doch nur auf die von ihm angeführte vereinzelte Messung sich beziehen müssen. Allein selbst in diesen Schwankungen lässt sich nicht nur ein bestimmter Breitegrad nachweisen, sondern auch das aus ihnen hergestellte Mittel erscheint als ein ganz anderes für den Neger-Humerus als für jenen des Europäers. Würden die begonnenen Messungen fortgesetzt, so wird sich ohne Zweifel mit bedeutenderer Sicherheit ein positives Urtheil gewinnen lassen. Auch wird sich gewiss die Vermuthung Lucae's bestätigen, dass dem Neger der grössere Winkel keinesfalles allein zuzuschreiben sein möchte. In dieser Hinsicht ist die von demselben Autor gemachte Angabe, dass der fragliche Winkel beim Humerus eines Malayen-Skelets sogar 51° betrug, sehr bemerkenswerth. Es wird aller Wahrscheinlichkeit gemäss nachzuweisen sein, dass, bei aller Schwankung individueller Zustände, im Ganzen genommen doch die Rassenverschiedenheit auch an jenen Verhältnissen sich kundgibt, die dadurch an ihrem anscheinend untergeordneten Werthe heraustreten müssen.

Diese Verschiedenheit der Winkelstellung der Gelenkenden, mag sie sich aus einer Vergleichung verschiedener Rassen der Menschen, oder aus einer Vergleichung des sich entwickelnden Humerus mit dem ausgebildeten ergeben, empfängt ihre tiefere Bedeutung erst durch eine über andere Wirbelthierklassen ausgedehnte Vergleichung, wie sie von Martins versucht worden ist. Sind auch die bezüglichen Angaben dieses Forschers keineswegs genau, wie schon aus dem oben für den

---

1) Obgleich Lucae eine andere Messungsweise hat, indem er die untere Queraxe durch das Cubitalgelenk und nicht durch die Epicondylen legt, so glaube ich doch seine Messung hier beirechnen zu dürfen, denn einmal sind die Unterschiede nicht sehr bedeutend, und zweitens handelt es sich doch hier nur um sehr provisorische Ergebnisse.

menschlichen Humerus zur Genüge hervorgeht, [1]) so ist doch die Hauptsache richtig, dass in den untern Abtheilungen der oft beregte Winkel ein viel grösserer ist. Bei den Reptilien, auch bei den Vögeln, kommt er nahezu einem rechten gleich. Bei den Säugethieren, wo, dem oben angeführten zufolge, von MARTINS noch die Stellung des Gelenkkopfes zur Medianebene des Körpers mit in Betracht gezogen wird, soll er 180° betragen, allein es soll auch das proximale Ende des Humerus um 90° gedreht sein, wie aus der Stellung der Tubercula hervorgehen soll. Gegen diese letztere Auffassung möchte ich Bedenken äussern. Die Drehung bezieht sich nämlich dann nicht mehr auf den Humerus allein, sondern auf ihn und seine Stellung zum Körper, wodurch die in Betracht zu ziehenden Instanzen ausserordentlich complicirt werden. Will man hierauf eingehen, so müsste die Stellung der Scapula vor allem berücksichtigt werden. Bei einer Beschränkung der Untersuchung auf den Humerus — und diese ist bei einer am Humerus sich vollziehenden Erscheinung gewiss für's erste gerechtfertigt — ergibt sich für die Mehrzahl der Säugethiere auf keinen Fall eine viel grössere Drehung als bei den Reptilien. Ich finde bei der Hauskatze in einem Falle einen Winkel von 106°, in einem zweiten von 93°. Beim Tieger fand ich 92°; beim Bären 94°. Ferner beim Rinde 61° (bei einem 1 Fuss langen Rinderfötus aber gleichfalls nur 62°). Von Affen habe ich Cynocephalus hamadryas untersucht. Der bezügliche Winkel beträgt 51°. Vom Orang gibt ihn LUCAE auf 45° an. Eine beiläufige Schätzung vieler anderer Säugethier-Humerus lässt mich annehmen, dass der Winkel seltener einen rechten vorstellen möchte, dass er also meist geringer ist als bei Reptilien.[2])

---

1) Auch die Annahme dass am Femur ein Zusammenfallen der durch den Gelenkkopf und der durch die Condylen gelegten Axen in eine Ebene bestehe, ist, wie längst bekannt, nicht richtig. Ich finde den Winkel den beide Axen zu einander bilden am Femur der Erwachsenen in 6 Fällen sehr verschieden: 10°, 7°, 17°, 12°, 22°, 4°. Die untere Axe stellt sich median hinter die obere, somit erscheint ein dem Humerus analoges Verhältniss, das man unter der allerdings hier noch nicht erwiesenen Voraussetzung eines anfänglichen Zusammenfallens beider Axen gleichfalls als Drehung um die Längsaxe bezeichnen könnte.

2) Bei den Winkelmessungen am Humerus von Säugethieren habe ich dasselbe Verfahren wie bei den Messungen am menschlichen Humerus eingeschlagen. Dass, wie nicht anders zu erwarten, auch hier individuellen Schwankungen bestehen, zeigen die beiden Messungen an Katzen. Der Werth einzelner Maassangaben ist daher auch hier ein sehr untergeordneter, so dass ich den angeführten Zahlen derselben kein besonderes Gewicht beilegen kann, und auch hier wünschen möchte, dass ein reichliches Material in Benutzung gezogen werden möchte. Selbst die Angaben eines Mittels für den menschlichen Humerus bin ich geneigt für sehr provisorisch anzusehen.

Eine ähnliche Bewegung wie ich sie oben für den Verlauf der Entwickelung des menschlichen Humerus gezeigt habe, wird sich also auch innerhalb der Reihe der mit vergleichbaren Vordergliedmassen ausgestatteten Wirbelthiere herausstellen. Nehmen wir als Ausgangspunct für diese Drehung jene Stellung an, wo der radiale Epicondylus median, der ulnare lateral gerichtet ist, so dass also die Vorderextremität zu der hinteren noch vollständig homotyp erscheint, so wird der radiale Epicondylus allmählich nach vorne sich richten, dadurch rückt der ulnare nach hinten. Bei den Reptilien wird dann eine solche Drehung um 90° erfolgt sein; ähnlich bei den Vögeln. Vollständiger wird die Umdrehung bei den Säugethieren; so beträgt sie, wie aus obiger Winkelmessung hervorgeht, beim Rinde 119°, bei Cynocephalus 129°, beim Orang 135°. Am Malayen-Humerus nur 129°; am Humerus der Neger (im Mittel) 148°. Am fötalen Humerus des Europäers beträgt sie 139°. Im ersten Lebensjahre 141°; beim Erwachsenen im Mittel 168°, in einzelnen Fällen sich auf 179° erhebend, aber auch auf 148° stehen bleibend. Im fötalen Zustande bietet der Humerus des Europäers eine Stellung seiner Gelenkenden die jener bei niederen Rassen nahe kommt, und, wenn auch etwas entfernter, an die bei Säugethieren gegebenen bleibenden Zustände sich reihen lässt. Aus dieser Vergleichung ist die Erklärung für die Verschiedenheit der Stellung der Gelenkenden des Humerus der Erwachsenen und des Fötus zu entnehmen. Der fötale Zustand bietet uns hier, wie auch an so vielen anderen Organen, die durch Vererbung überkommene Einrichtung dar, aus welcher allmählich das erst später erworbene Verhalten sich ausbildet.

Erklärung zur Tafel.

Alle vier Figuren sind nach der Lucae-Welcker'schen Weise gezeichnete. Umrisse der beiden Gelenkenden des Humerus.

A—B stellt die durch den Gelenkkopf gelegte Axe vor,

a—b repräsentirt die durch das distale Humerusende gelegte Axe.

Fig. I. Schema der mittleren Axenstellung für den Erwachsenen. (Nach dem sub No. 22 aufgeführten Humerus).

Fig. II. Von einem $3\frac{1}{2}$ Monate alten Kinde.

Fig. III. Von einem 8 monatlichen Fötus.

Fig. IV. Von einem Neger (das aus den bis jetzt bekannten Messungen sich ergebende Mittel darstellend.)

Monographie der Moneren.

Von

Ernst Häckel.

(Hierzu Taf. II. und III.)

I. Geschichtliche Einleitung.

Moneren[1]) habe ich in meiner Generellen Morphologie der Organismen[2]) diejenigen auf der tiefsten Stufe der Organisation stehenden Lebewesen genannt, deren ganzer Körper in vollkommen entwickeltem und frei beweglichem Zustande aus einer gänzlich homogenen und structurlosen Masse, aus einem lebendigen, mit Ernährung und Fortpflanzung begabten, Eiweissklümpchen besteht. In vielfacher Beziehung sind diese einfachsten und unvollkommensten aller Organismen[3]) vom höchsten Interesse. Denn offenbar tritt uns hier die eiweissartige organische Materie als das materielle Substrat aller Lebenserscheinungen nicht nur unter der einfachsten wirklich beobachteten Form, sondern unter der einfachsten Form die überhaupt denkbar ist, entgegen. Einfachere, unvollkommenere Organismen, als die Moneren sind, können nicht gedacht werden.

Der ganze Körper der Moneren stellt in der That, so befremdend dies auch klingen mag, weiter Nichts dar, als ein einziges, durch und durch homogenes, in festflüssigem Aggregatzustande befindliches

---

1) *μονήρης*, einfach. Am passendsten dürfte die Bezeichnung als Neutrum gebraucht werden: *τὸ μονῆρες*, das Moner.

2) Ernst Haeckel, Generelle Morphologie der Organismen. Berlin, 1866. Erster Band: Allgemeine Anatomie der Organismen Zweiter Band: Allgemeine Entwickelungsgeschichte der Organismen.

3) l. c. Vol. I, Cap. V. Organismen und Anorgane, p. 135. Cap. VI: Schöpfung und Selbstzeugung, p. 182. l. c. Vol. II, Systematische Einleitung, p. XXII.

Eiweisskörperchen. Die äussere Form ist ganz unbestimmt, in fortwährendem Wechsel begriffen, im Ruhezustand kugelig zusammengezogen. Von einer inneren Structur, von einer Zusammensetzung aus ungleichartigen Theilchen, ist auch bei Anwendung unserer schärfsten Unterscheidungsmittel keine Spur wahrzunehmen. Da die gleichartige Eiweissmasse des Monerenkörpers noch nicht einmal eine Differenzirung in einen inneren Kern (Nucleus) und einen äusseren Zellstoff (Plasma) erkennen lässt, vielmehr der ganze Körper aus homogenem Plasma oder Protoplasma besteht, so erreicht hier die organisirende Materie noch nicht einmal den Formwerth einer einfachsten Zelle. Sie bleibt auf der denkbar niedrigsten Stufe der organischen Individualität, auf derjenigen einer einfachsten Gymnocytode stehen.

Die seit zwanzig Jahren so vielfach behandelte Frage von der Grenze zwischen Thier- und Pflanzenreich wird durch die Moneren zur Entscheidung gebracht: oder richtiger, es wird durch sie bewiesen, dass eine vollkommene Scheidung beider Reiche in dem Sinne, wie sie gewöhnlich versucht wird, nicht möglich ist. Offenbar sind die Moneren so indifferente Organismen, dass man sie mit gleichem Rechte, oder vielmehr mit gleicher Willkür, als Urthiere oder als Urpflanzen betrachten könnte. Sie könnten eben so gut als die ersten Anfänge der thierischen, wie der pflanzlichen Organisation angesehen werden. Da aber kein einziges entscheidendes Merkmal sie auf diese oder jene Seite drängt, erscheint es vorläufig das Richtigste, sie als Mittelwesen zwischen echten Thieren und echten Pflanzen aufzufassen, und nebst den Rhizopoden, Amoeben, Diatomeen, Flagellaten etc. in jenes unbestimmte, Thier- und Pflanzenreich verbindende Zwischenreich zu verweisen, welches ich das Reich der U r w e s e n o d e r P r o t i s t e n genannt habe. [1])

Die Moneren sind in der That Protisten. Sie sind weder Thiere noch Pflanzen. Sie sind Organismen der ursprünglichsten Art, bei denen die Sonderung in Thiere und Pflanzen noch nicht eingetreten ist. Aber selbst die Bezeichnung Organismus scheint auf diese einfachsten Lebewesen kaum anwendbar. Denn in dem ganzen Begriffe des »Organismus« liegt nothwendig die Zusammensetzung des Ganzen aus ungleichartigen Theilen, aus Organen oder Werkzeugen. Mindestens zwei verschiedenartige Theile müssen verbunden sein, um in diesem ursprünglichen Sinne die Bezeichnung eines Körpers als Organismus zu rechtfertigen. Jede echte Amoebe, jede echte (d. h. kernhaltige) thierische und pflanzliche Zelle, jedes Thier-Ei ist in diesem Sinne bereits

---

1) *τὸ πρώτιστον*, Das Allererste, Ursprungliche. Generelle Morphologie, Vol. I, p. 203, 215; Vol. II, p. XX.

ein elementarer Organismus, aus zwei verschiedenen Organen, dem inneren Kern (Nucleus) und dem äusseren Zellstoff (Plasma oder Protoplasma) zusammengesetzt. Mit diesen letzteren verglichen sind die Moneren eigentlich »Organismen ohne Organe.« Nur in physiologischem Sinne können wir sie noch Organismen nennen, als individuelle Theile der organischen Materie, welche die wesentlichen Lebensthätigkeiten aller Organismen, Ernährung, Wachsthum und Fortpflanzung vollziehen. Aber alle diese verschiedenen Functionen sind noch nicht an differente Theile gebunden. Sie werden alle noch von jedem Theilchen des Körpers in gleichem Maasse ausgeübt.

Wenn schon aus diesen Gründen die Naturgeschichte der Moneren sowohl für die Morphologen wie für die Physiologen vom höchsten Interesse sein muss, so wird dies doch noch gesteigert durch die ausserordentliche Bedeutung, welche diese einfachsten Organismen für die wichtige Lehre von der Urzeugung oder Archigonie (Generatio spontanea) besitzen. Dass die Annahme einer einmal oder mehrmal stattgefundenen Urzeugung gegenwärtig zu einem logischen Postulat der philosophischen Naturwissenschaft geworden ist, habe ich in meiner generellen Morphologie gezeigt. Die meisten Naturforscher, welche diese Frage verständig behandelten, glaubten als die einfachsten, durch Urzeugung entstandenen Organismen, aus denen alle übrigen sich entwickelten, einfache Zellen annehmen zu müssen. Allein eine jede echte Zelle zeigt schon die Zusammensetzung aus zwei differenten Theilen, aus Nucleus und Plasma. Offenbar ist die unmittelbare Entstehung eines solchen Gebildes durch Urzeugung nur schwer denkbar, viel leichter dagegen die Entstehung einer ganz homogenen organischen Substanz, wie es der structurlose Albumin-Leib der Moneren ist.

Aus diesen und anderen später zu erörternden Gründen scheint es angemessen, schon jetzt, wo wir erst im Anfang unserer Kenntnisse von diesen äusserst interessanten Urwesen stehen, Alles darüber Bekannte zusammenzufassen. Den unmittelbaren Anstoss zu diesem monographischen Versuch gab mir eine Reihe von neuen Beobachtungen über einige bisher unbekannte Moneren, welche ich im Winter 1866/67 an der Küste der canarischen Insel Lanzarote anzustellen Gelegenheit hatte. Bevor ich diese Beobachtungen mittheile, scheint es mir zweckmässig, eine kurze geschichtliche Skizze der bisher veröffentlichten sicheren Mittheilungen über Moneren zu geben. Ich bemerke dabei, dass ich mich dabei ganz auf die echten Moneren beschränke, d. h. auf nackte Plasmakörper ohne Kerne und sonstige Organe, und dass ich die durch den Besitz eines oder mehrerer Kerne unterschiedenen Protoplasten (Amoeben, Arcellen etc. sowie die durch eine differenzirte Schale oder

Membran ausgezeichneten Rhizopoden, Siphoneen etc. dabei nicht berücksichtigen werde.

Das erste Moner, dessen Naturgeschichte vollständig veröffentlicht wurde, ist Protogenes primordialis, welchen ich im Frühling 1864 im Mittelmeere bei Nizza beobachtete.[1]) Frei im Seewasser schwimmend erschien dieses Moner als ein durchsichtiges, kugeliges Schleimklümpchen von ungefähr 1 Mm. Durchmesser (die kleineren Exemplare nur von 0,1 Mm. Durchmesser). Nur ungefähr ein Drittel dieses Durchmessers kam auf die innere Centralmasse des Körpers, eine homogene, solide Sarcodekugel, während die äusseren zwei Drittel sich auf eine peripherische Kugelzone vertheilten, die lediglich aus tausenden von feinen radialen Schleimfäden bestand. Diese Fäden, die sogenannten Pseudopodien, welche theils einfach, theils verzweigt und anastomosirend nach der Peripherie liefen, strahlten unmittelbar von der Peripherie des centralen Eiweisskörpers aus. Sie zeigten durchaus dieselben Lebenserscheinungen, wie die gleichen Sarcode-Fäden der echten Rhizopoden (Acyttarien und Radiolarien). Die festflüssige Eiweissmasse des ganzen Körpers war in beständiger Bewegung, einer bald langsameren, bald rascheren Strömung begriffen, welche an der passiven Wanderung der feinen, gewöhnlich zahlreich in der Eiweissmasse vertheilten Körnchen leicht zu verfolgen war. Die Sarcodefäden wechselten beständig an Zahl, Form und Grösse; sie verästelten sich und anastomosirten, flossen wieder auseinander und wurden in die centrale Hauptmasse zurückgezogen. Kurz sie zeigten ganz dasselbe Schauspiel, welches Max Schultze an den Polythalamien[2]) und ich selbst an den Radiolarien[3]) so ausführlich und vielfach beschrieben haben. Auch die Nahrungsaufnahme des Protogenes war dieselbe, wie bei den letztgenannten echten Rhizopoden. Kleinere Körper (Diatomeen, einzellige Algen etc.) blieben an der klebrigen Oberfläche der Eiweissfäden, wenn sie zufällig mit ihnen in Berührung kamen, hängen, wurden von ihnen umflossen, und dann langsam in die centrale Eiweissmasse hineingezogen. Grössere Körper, wie z. B. Peridinien (l. c. Fig. 2) wurden zuletzt vollständig von dem Protogeneskörper umflossen; erst nachdem dieser den brauchbaren Körperinhalt des Opfers assimilirt, zog er sich von der unverdaulichen Schale wieder herab. In einem flachen Uhr-

1) Ernst Haeckel, über den Sarcodekörper der Rhizopoden. Zeitschrift für wissensch. Zoologie, 1865. XV. Bd. p. 360. Taf. XXVI. Fig. 1, 2.

2) Max Schultze, über den Organismus der Polythalamien. (Leipzig, 1854. p. 17 ff.).

3) Ernst Haeckel, Die Radiolarien, eine Monographie. Berlin, 1862. p. 86 ff.

gläschen mit wenig Seewasser längere Zeit stehen gelassen, breitete sich der Protogenes auf dessen Boden in Form einer dünnen hyalinen Schleimplatte aus. Diese Platte erhielt sehr unregelmässige lappige Umrisse, und einen Durchmesser von 3—4 Mm. Das Wichtigste jedoch, was ich an dem Protogenes constatiren konnte, war seine Fortpflanzung durch Selbsttheilung. Dieselbe erfolgte durch einfachen Zerfall des kugeligen Schleimkörpers in zwei Hälften, ohne dass ein besonderer Ruhezustand, eine Encystirung etc. vorhergegangen war.

Meinem Protogenes primordialis sehr nahe verwandt ist wahrscheinlich die von Max Schultze im adriatischen Meere bei Ancona beobachtete Amoeba porrecta.[1]) Dieses Moner ist zwar sehr viel kleiner, als der Protogenes primordialis, aber durch die geringe Consistenz des Sarcodekörpers, sowie durch die lebhafte Körnchenströmung, Verästelung und Anastomosenbildung der Pseudopodien demselben sehr ähnlich. Auch fehlen ihm der Kern und die contractile Blase, welche die echten Amoeben auszeichnen. Es würde daher richtiger als Protogenes porrectus zu bezeichnen sein. Da jedoch seine Fortpflanzungs- und Entwickelungsgeschichte unbekannt ist, und ohne deren Kenntniss, wie wir sehen werden, über die systematische Verwandtschaft und Stellung der Moneren nicht sicher geurtheilt werden kann, so muss die Natur der Amoeba porrecta als eines echten Protogenes zweifelhaft bleiben.

Von der grössten Wichtigkeit für die Naturgeschichte der Moneren sind die »Beiträge zur Kenntniss der Monaden«, welche L. Cienkowski 1865 veröffentlichte.[2]) Diese interessanten Mittheilungen sind um so wichtiger, als sie von einem Naturforscher herrühren, der eben so scharf und genau zu beobachten, als vorsichtig und kritisch zu schliessen versteht. Cienkowski beschreibt die Lebensgeschichte von fünf verschiedenen Organismen der einfachsten Art, welche er in zwei verschiedene Gruppen bringt: Monadinae zoosporeae, welche sich durch Schwärmsporen fortpflanzen; 1) Monas (amyli), 2) Pseudospora, 3) Colpodella; und Monadinae tetraplastae, welche sich durch Bildung von zwei oder vier actinophrysähnlichen Keimen fortpflanzen: 4) Vampyrella und 5) Nuclearia. In beiden Gruppen geht eine Encystirung und ein Ruhezustand der Fortpflanzung der nackten Plasmakörper, welche sich den Rhizopoden gleich ernähren, vorher. Die drei

---

1) Max Schultze, Ueber den Organismus der Polythalamien, p. 8. Taf. VII. Fig. 18.

2) L. Cienkowski, Beiträge zur Kenntniss der Monaden. Schultze's Archiv für mikroskopische Anatomie. 1865. Bd. I. p. 203. Taf. XII—XIV.

Genera Pseudospora, Colpodella und Nuclearia interessiren uns hier nicht weiter, da ihr Plasmakörper bereits einen Kern und Vacuolen umschliesst, mithin den Formwerth einer Zelle besitzt. Dagegen sind Monas (amyli) und Vampyrella echte Moneren, deren nackter Plasmakörper weder Kerne noch contractile Blasen besitzt. Da der Ausdruck Monas sehr vieldeutig ist, so habe ich die Monas amyli, auf welche Cienkowski diese Gattung beschränken wollte, um Verwechselungen zu vermeiden, Protomonas amyli genannt (Gen. Morphol. Vol. II, p. XXIII).

Protomonas amyli war bisher das einzige Moner, bei welchem Schwärmsporenbildung beobachtet worden ist. Der homogene Plasmakörper derselben lebt in faulenden Nitellen, und gleicht einer kleinen Actinophrys oder einer kleinen Amoeba porrecta, ohne Kern und ohne contractile Blasen. Wenn er sich in den Ruhezustand begiebt, zieht er sich in einen rundlichen Plasmakörper zusammen, welcher sich sodann mit einer Membran umgiebt (encystirt). Dann zerfällt der Körper in eine grosse Anzahl homogener Schwärmsporen, welche spindelförmig und sehr contractil sind, und sich ähnlich einer Anguillula schlängelnd mittelst einer oder zweier langer Cilien bewegen. Oft fliessen mehrere Schwärmer durch Verwachsung) zusammen und bilden ein Plasmodium, welches nach erfolgter Nahrungsaufnahme wiederum in den ruhenden Zustand übergeht (Cienkowski, l. c. p. 213, Taf. XII, Fig. 1—5).

Das Genus Vampyrella pflanzt sich nicht durch Schwärmsporen, sondern durch zwei oder vier actinophrysartige Keime fort. Der homogene Plasmakörper ist durch ziegelrothe Farbe ausgezeichnet. Cienkowski unterscheidet von diesem Genus drei verschiedene Arten. Vampyrella Spirogyrae (l. c. Fig. 44—56) bildet im Ruhezustande kugelige Blasen, deren dünne Membran einen homogenen rothen Plasmakörper umschliesst. Dieser zerfällt durch Theilung erst in zwei, dann in vier Keime, welche die Hüllwand durchbrechen und dann als rothe Amoeben mit spitzen Fortsätzen, in sehr wechselnder Form sich umherbewegen. Mit ihren spitzen Pseudopodien bohren diese Keime die Zellenwände der Spirogyra an, worauf sie den Plasmainhalt derselben herausziehen und in sich aufnehmen. Der grüne Inhalt der ersteren erhält bei der Verdauung eine rothe Farbe. In ähnlicher Weise bohrt Vampyrella pendula (l. c. p. 221, Fig. 57—63) die Zellen anderer Algen (Oedogonien, Bulbochaeten) an und saugt deren Plasma heraus. Sie unterscheidet sich durch einen fadenförmigen Fortsatz, welcher von dem Plasmakörper der birnförmigen Cyste durch deren zugespitzten Stiel hindurch zur Ansatzstelle derselben geht,

und durch Mangel der Körnchenströmung an den actinophrys-ähnlichen Pseudopodien. Vampyrella vorax, eine dritte Art, lebt dagegen von Diatomeen, Euglenen und Desmidiaceen, welche ihr formloser Plasmakörper überzieht, um dann Cysten von sehr verschiedener Form und Grösse zu bilden (l. c. p. 223, Fig. 64—73).

Als Protamoeba primitiva endlich habe ich in meiner generellen Morphologie (Vol. I. p. 133, Anm.) ein kleines amoebenähnliches Moner beschrieben, welches sich von den vorhergehenden Monadinen Cienkowski's dadurch unterscheidet, dass es sich einfach durch Theilung fortpflanzt, ohne vorher in einen Ruhezustand überzugehen oder sich zu encystiren. Es gleicht in dieser Beziehung dem Protogenes primordialis, von dem es sich aber durch die kurzen, stumpfen, nicht confluirenden Pseudopodien unterscheidet. Die nähere Beschreibung dieser Protamoeba wird unten folgen.

Im Jahre 1866 sind mehrere meinem Protogenes primordialis sehr ähnliche Moneren, gleich diesem von ansehnlicher Grösse, von Richard Greeff an der Küste von Ostende beobachtet worden. Derselbe zeigte mir zahlreiche Abbildungen, aus denen sich die grosse Formveränderlichkeit derselben, ähnlich den Plasmodien der Myxomyceten, ergab. Mittheilungen darüber sind bis jetzt noch nicht publicirt.

Als ich im Winter 1866—67 drei Monate auf der canarischen Insel Lanzarote verweilte, um daselbst Beobachtungen über niedere Seethiere anzustellen, war mein Augenmerk neben den Hydromedusen und den echten Rhizopoden vorzüglich auch auf die Moneren gerichtet, und meine Hoffnung, auch dort dergleichen aufzufinden, wurde nicht getäuscht. Die auf Taf. I. dargestellte Protomyxa und das auf Taf. II. abgebildete Myxastrum bereichern die Naturgeschichte dieser einfachsten Organismen mit neuen Thatsachen. Es ist wahrscheinlich, dass Moneren sehr verbreitet vorkommen, und es ist möglich, dass dieselben noch fortwährend durch Urzeugung entstehen. Das Schwierigste bei ihrer Untersuchung ist die erste Erkenntniss, da die meisten Beobachter auf den ersten Anblick nicht geneigt sein werden, in dem kleinen, formlosen, durch und durch homogenen Schleimklümpchen einen selbstständigen und ausgebildeten Organismus anzuerkennen. Mögen daher die Moneren fortan der besonderen Aufmerksamkeit der mikroskopirenden Naturforscher warm empfohlen sein.

II. Beschreibung neuer Moneren.

II. 1. Protomyxa aurantiaca.

(Hierzu Taf. II, Fig. 1—12).

An vielen Küstenstrecken der canarischen Inseln finden sich in grosser Menge die spiralig aufgewundenen Kalkschalen der Spirula Peronii vom Meere ausgeworfen. Besonders zahlreich fand ich dieselben an der Südostküste der Insel Lanzarote angehäuft, z. B. an den kleinen flachen Inselbänken und Halbinseln, welche vor der Hafenstadt Puerto del Arrecife liegen und deren Hafenbecken theilweise umschliessen. Während meines dreimonatlichen Aufenthaltes in Arrecife hielt ich beständig die Hoffnung aufrecht, lebendige, oder wenigstens zur anatomischen Untersuchung taugliche Exemplare dieses merkwürdigen Cephalopoden zu erlangen, von dessen weichem Körper man nur höchst unvollständige Kenntnisse besitzt. Ich setzte den Fischern von Arrecife eine hohe Belohnung aus, wenn sie mir einen lebenden oder auch nur einen vollständig erhaltenen todten Spirula-Körper brächten. Indess war dies ebenso vergeblich, als die vielen Bemühungen, welche meine drei Reisegefährten und ich selbst bei unsern pelagischen Excursionen und beim Durchsuchen der am Strande ausgeworfenen Massen um die Spirula uns gaben. Dass die Spirula, wenn überhaupt, so doch jedenfalls nur sehr selten lebendig nach den canarischen Inseln gelangt, geht daraus hervor, dass alle Fischer uns mit der grössten Bestimmtheit einstimmig versicherten, dass die ihnen wohlbekannte Spirula-Schale stets todt, und niemals von einem lebenden Thiere bewohnt oder eingeschlossen sei. Das Einzige was ich erlangte, waren einige unbedeutende weisse Mantelreste, welche an einigen wenigen Schalen aufsassen, aus denen sich jedoch Nichts auf den Bau des Spirula-Körpers schliessen liess. Diese unbedeutenden Reste wurden wiederholt an einigen Tagen in das Hafenbecken von Arrecife getrieben, als gerade ein heftiger Südwind besonders grosse Mengen nackter Spirula-Schalen in Gesellschaft zahlreicher Physalien und Velellen und anderer pelagischer Thiere der Insel Lanzarote zugetrieben hatte.

Während so meine Hoffnung auf die Spirula selbst nicht in Erfüllung ging, fand ich dagegen auf den nackten angetriebenen Kalkschalen dieses Cephalopoden im Januar 1867 einen Protisten-Organismus aus der Monerengruppe, welcher mir von hohem Interesse war, und dessen Lebensgeschichte ich auf Taf. I. dargestellt habe.

Als ich unter einer grossen Menge von Spirula-Schalen, welche

an der Oberfläche des Hafenbeckens von Arrecife schwammen, und welche ich in Gesellschaft von Physalia, Abyla, Hippopodius und anderen pelagischen Thieren mit einem Eimer geschöpft hatte, sorgfältig nach etwa an den Schalen haftenden Mantelresten suchte, bemerkte ich eine nackte Spirula-Schale, deren gewöhnliches glänzendes Porcellan-Weiss an mehreren Stellen durch kleine rothe Flecke getrübt war. Mit einer starken Loupe betrachtet, lösten sich diese Flecke theils in Gruppen von dichtstehenden, sehr kleinen rothen Pünctchen, theils in äusserst fein dendritisch verzweigte Figuren auf.

Die rothen Pünctchen liessen sich unter dem Präparirmikroskop ziemlich leicht mittelst Nadeln von der Oberfläche der Spirula-Schale abheben. Bei stärkerer Vergrösserung erschien jeder Punct als eine ziemlich undurchsichtige orangerothe Kugel, welche von einer dicken, structurlosen Membran umhüllt war. Der Durchmesser des ganzen Körpers betrug bei den meisten Kugeln 0,15 Mm., bei den grössten 0,2 Mm. bei den kleinsten 0,12 Mm. (Taf. II, Fig. 1.)

Die Membran der Kugel erschien vollkommen structurlos, glasartig, farblos und wasserhell. Nur eine Anzahl von (ungefähr 5—10) sehr feinen parallelen Streifen waren daran wahrzunehmen, welche concentrisch um das Centrum der Kugel herumliefen, offenbar Andeutungen einer schichtenweisen Ablagerung der structurlosen Masse. Radiale Striche, porencanalähnliche Bildungen oder sonstige Oeffnungen waren an der Kugelmembran nicht wahrzunehmen. Auch die Ansatzstelle, an welcher sie der Spirula-Schale (offenbar nur sehr locker) angeheftet war, erschien nicht besonders ausgezeichnet. Die Consistenz der Membran, soweit sie sich durch den Druck des Deckglases ermitteln liess, war die einer ziemlich zähen und sehr elastischen Gallerte, etwa vergleichbar derjenigen der festeren Medusenschirme (z. B. von Trachynema, Rhizostoma). Gleich der letzteren zeigte sich die Membran sehr indifferent, durch Carmin wurde dieselbe nicht gefärbt, ebensowenig durch Iod und Schwefelsäure. Bei längerem Liegen in Iod wurde sie schwach gelb gefärbt. Essigsäure sowohl, als Mineralsäuren brachten keine merkliche Veränderung hervor. In kaustischem Kali quoll sie auf und löste sich langsam.

Der orangerothe Inhalt der Kugeln erschien bei den unverletzten Exemplaren innerhalb der geschlossenen kugeligen Membran als eine vollkommen homogene, festflüssige, trübkörnige Masse, in welcher sehr zahlreiche äusserst feine Körnchen und eine geringe Anzahl von grösseren, stark lichtbrechenden rothen Körnchen zu bemerken waren. Bei mässiger Compression durch das Deckglas liessen sich die Kugeln ziemlich stark sphaeroidal comprimiren und nahmen die Gestalt einer bicon-

vexen Linse von 0,3 Mm. Durchmesser an. Nach Aufhören des Druckes dehnten sie sich wieder zu ihrer früheren Kugelgestalt aus. Die undurchsichtige Mitte der Kugeln wurde beim Druck durchsichtiger, ohne jedoch irgend eine Structur erkennen zu lassen.

Mein erster Gedanke, dass die Kugeln Eier seien, wurde mir schon dadurch unwahrscheinlich, dass durchaus kein Keimbläschen (Nucleus) in dem homogenen Inhalte der structurlosen Kugeln zu erkennen war. Er wurde bald gänzlich widerlegt durch die verschiedenartigen Entwickelungsstadien, welche mehrere Kugeln zeigten, sowie durch das Verhalten des aus den Kugeln austretenden Inhaltes.

Während bei der Mehrzahl der Kugeln die Inhaltsmasse überall dicht der Innenseite der Membran anlag, und den Binnenraum der ganzen membranösen Hohlkugel vollständig erfüllte, hatte sich bei einigen Individuen der Inhalt von derselben ein wenig zurückgezogen und offenbar verdichtet, während ein heller, mit wasserklarer Flüssigkeit erfüllter Raum zwischen der Membran und der verdichteten Inhaltsmasse entstanden war (Fig. 2). Bei einigen Kugeln war der Umriss der centralen, verdichteten, orangerothen Masse eine ganz scharfe und regelmässige Kreislinie. Bei anderen dagegen erschien derselbe regelmässig gekerbt. Es waren ungefähr gegen 20 Kerben am Contourrande der rothen Kugel zu bemerken. Bei Beobachtung der Oberfläche zeigte sich, dass diese Einkerbung der Ausdruck einer regelmässigen Bildung von halbkugeligen Höckern auf der gesammten Oberfläche der verdichteten Kugel war. Noch andere Kugeln endlich, welche offenbar weiter entwickelt waren, zeigten deutlich, dass diese Kerbung nicht bloss die Oberfläche der verdichteten Inhaltsmasse betraf, sondern nur der oberflächliche Ausdruck des Zerfalls der ganzen kugeligen orangerothen Masse in eine grosse Anzahl von kleinen Kugeln war. Bei den am weitesten entwickelten Individuen war in der That der gesammte orangerothe Inhalt der Kugeln in lauter kleine Kugeln von 0,017 Mm. zertheilt. Diese lagen hier nicht mehr zusammengepresst, sondern berührten sich nur locker, etwa wie ein Haufen von Kanonenkugeln. Sie hatten sich wiederum derartig von einander entfernt, dass sie nicht mehr den gesammten Binnenraum der Hohlkugel ausfüllten, sondern vielmehr durch eine geringe Menge der wasserhellen Flüssigkeit von einander getrennt wurden, welche vorher zwischen der hyalinen Membran und dem verdichteten Inhalte sich angesammelt hatte (Fig. 3). Die Zahl der kleinen orangerothen Kugeln, welche aus dem Zerfall der ursprünglichen grossen Kugel entstanden waren, betrug, wie sich nachher beim Sprengen ergab, ungefähr zweihundert.

Zunächst versuchte ich an den ungetheilten Kugeln durch Spren-

gen der Membran zu einer genaueren Kenntniss des orangerothen Inhalts zu gelangen. Dieser Versuch gelang ohne Mühe. Sobald der Druck des Deckgläschens ein gewisses Maass überschritten hatte, barst die Membran, gewöhnlich an einer, selten an mehreren Stellen zugleich, und der orangerothe Inhalt trat langsam heraus. Die hyaline, structurlose Membran blieb in vielfach gefaltetem Zustande zurück.

Der festflüssige Inhalt der Kugeln, welcher den mittleren Consistenzgrad des organischen Plasma oder Protoplasma hatte, quoll sehr langsam und allmählich aus der geborstenen Hülle hervor und breitete sich zwischen Objectträger und Deckgläschen aus, wobei die Umrisse rundliche stumpfe Lappen von ungleicher Grösse bildeten. Durch vorsichtiges Verschieben des Deckgläschens gelang es ziemlich leicht, die glashelle, gefaltete und collabirte Gallerthülle der geborstenen Kugel ganz bei Seite zu schieben, so dass der orangerothe Inhalt völlig isolirt unter dem Deckglase lag. Mässigem Druck ausgesetzt, zeigte er sich nur als eine formlose rundliche Masse, deren Umriss in unregelmässigen Lappen von verschiedener Grösse da und dort sich verschob; einzelne Lappen sahen wie gekerbt aus. Schon auf den ersten Blick war ersichtlich, dass die gesammte Masse structurlos und homogen war. Nur eine sehr grosse Anzahl von den bereits erwähnten, äusserst feinen punctförmigen Körnchen und eine geringere Anzahl von grösseren kugeligen Körnern war in der völlig homogenen Grundsubstanz vertheilt. Diese letztere war in ihrer ganzen Masse blass röthlich gelb gefärbt, auch am Rande, wo sie nur als eine sehr dünne Schicht sich ausbreitete. Die lebhaft orangerothe Färbung der ganzen Kugeln kam daher offenbar mehr auf Rechnung der orangerothen und ziemlich stark glänzenden Körner.

Die chemische Untersuchung der blass röthlich gelben structurlosen Grundsubstanz ergab bald, dass dieselbe eine Eiweissverbindung war. Sie zeigte dieselben Reactionen, welche das Plasma oder Protoplasma der Cytoden und der Zellen bei Thieren, Protisten und Pflanzen in gleicher Weise darbietet. Durch Carmin wurde die ganze Masse dunkelroth, durch Iod dunkelbraun gefärbt. Mineralsäuren bewirkten eine körnige Gerinnung. Salpetersäure färbte das Plasma dunkelgelbbraun, Schwefelsäure spangrün. Die letztere Reaction erinnert an die gleiche Färbung des Acanthometra-Pigments durch Schwefelsäure. Die grösseren sowohl als die kleineren Körnchen in der structurlosen Grundsubstanz wurden durch Kali nicht gelöst, während das Plasma darin langsam zerfloss. Von irgendwelcher Differenzirung oder Zusammensetzung war an dem ausgetretenen Plasma nicht das geringste zu bemerken.

Auch die weiter entwickelten Kugeln, welche statt der homogenen grossen Plasmakugel eine ganze Masse von kleinen orangerothen Kugeln enthielten, gelang es ziemlich leicht, zu sprengen. Doch zeigte deren structurlose Hüllmembran einen höheren Grad von Härte und Consistenz. Die aus der geborstenen Hülle austretende orangerothe Inhaltsmasse löste sich im Wasser in ihre einzelnen Bestandtheile auf, die sich leicht von einander trennten. Die einzelnen Kugeln waren alle von gleicher Grösse, von 0,017 Mm. Durchmesser. Sie waren vollständig nackt und hüllenlos, einzig und allein aus dem röthlich gelben Plasma gebildet, in welchem eine Menge sehr feiner und kleiner, glänzender orangerother Körnchen suspendirt lagen. Die grösseren rothgelben und rothen kugeligen Körner, welche in dem Plasma der ungetheilten Kugeln zerstreut waren, fehlten hier völlig. Sie fehlten auch schon in denjenigen Kugeln, bei denen die Furchung der Oberfläche den beginnenden Zerfall des Plasma in kleinere Kugeln andeutete. Weder von einem Kern, noch von einer contractilen Blase war an den kleinen Kugeln eine Spur wahrzunehmen, eben so wenig als bei den grossen ungetheilten Kugeln.

Die kleinen orangerothen Kugeln, die offenbar aus dem Zerfall der einen grossen Plasmakugel hervorgegangen waren, zeigten während meiner ersten Beobachtung keinerlei Bewegung. Dagegen traten alsbald amoebenartige Bewegungen bei einer der grossen ungetheilten orangerothen Kugeln ein, welche ich in einem Uhrgläschen mit Seewasser möglichst vorsichtig dadurch von ihrer structurlosen Hülle befreit hatte, dass ich die letztere unter dem Mikroskop nicht durch den Druck des Deckglases gesprengt, sondern mit zwei spitzen Nadeln angestochen und zerrissen hatte. Jedoch waren diese amoebenartigen Bewegungen nicht besonders lebhaft und hörten bald auf. Sie waren nicht zu vergleichen mit den lebhaften Bewegungen der zierlichen sternförmigen und dendritisch verzweigten Figuren, welche ich neben den orangerothen Kugeln auf der weissen Spirula-Schale bemerkt hatte, und zu deren Beschreibung ich mich jetzt wende.

Bei schwacher Vergrösserung und auffallendem Lichte betrachtet, boten diese Gestalten einen äusserst zierlichen Anblick dar. Die undurchsichtige, glänzend weisse, porcellanartige Spirula-Schale sah aus, als ob sie mit zerstreuten sternförmigen rothgelben Pigmentzellen bedeckt sei, ähnlich denjenigen, welche in der Haut niederer Wirbelthiere (Fische, Amphibien) so verbreitet sind. Jeder sternähnliche Fleck bestand aus einer unregelmässig rundlichen centralen Masse, von ungefähr 0,2—0,3 Mm Durchmesser und aus einer Anzahl von (meistens 5—10) starken Aesten, welche von der centralen Masse ausstrahlten

und sich äusserst fein und zierlich verzweigten. Bei Anwendung stärkerer Vergrösserung liess sich sowohl in der centralen Masse als in den Aesten und ihren Zweigen eine Formveränderung wahrnehmen, welche auf selbstständige Contractionen des sternförmigen Körpers zu schliessen gestattete. Man hätte glauben können, Chromatophoren aus der Haut der Spirula vor Augen zu haben. Da jedoch an der völlig nackten, offenbar schon lange an der Meeresoberfläche schwimmenden Spirula-Schale keine Spur eines Mantels mehr wahrzunehmen war, musste ich alsbald in dem zierlichen Strahlenkörper einen grossen rhizopodenartigen Organismus erkennen. Um ihn bei durchfallendem Lichte genauer untersuchen zu können, war es durchaus nothwendig, ihn von der undurchsichtigen Spirula-Schale zu entfernen. Mehrere Versuche, ihn vorsichtig mit einer feinen Staarnadel von der Schale abzulösen, oder mit dünnen Splitterchen der Schale selbst abzuheben, missglückten völlig; ich brachte nur kleine formlose Trümmer des rothgelben Protoplasma unter das Mikroskop. Ich legte desshalb ein paar grössere Splitterchen der Schale, welche einen rothgelben Stern trugen, in ein flaches Uhrschälchen mit Seewasser, welches ich mit einem anderen Uhrschälchen zudeckte, und stellte dasselbe in eine feuchte Kammer. Meine Absicht, dadurch den Rhizopoden zum Herabkriechen zu bewegen, ging bei einem Exemplar schon nach wenigen Stunden, bei zwei anderen am folgenden Tage in Erfüllung, urd ich hatte nun das Vergnügen, diese merkwürdigen Organismen, welche von der Spirula-Schale auf das Uhrgläschen übergesiedelt waren, und sich hier ausgebreitet hatten, in aller Musse betrachten zu können. (Fig. 11, 12).

Jeder sternförmige Körper zeigte nunmehr, bei stärkerer Vergrösserung ohne Deckglas betrachtet, ein prachtvolles Plasma- oder Sarcode-Netz, so ausgedehnt uud maschenreich, als man es nur bei Polythalamien und Radiolarien, Myxomyceten und Lieberkühnien, finden kann. Die centrale Plasmamasse bildete eine flache, durchsichtige Scheibe von unregelmässig rundlichem, jedoch nahezu kreisförmigem Umriss, und ungefähr 0,2—0,3 Mm. Durchmesser. Am Rande zog sich dieselbe in sechs bis acht starke Protoplasmastämme aus, deren jeder sich zu einem äusserst zierlichen Baume verästelte. Diese Stämme, am Grunde von 0,01—0,03 Mm. Durchmesser, theilten sich alsbald gabelig in zwei, selten drei Aeste, die sich nach kurzem Verlauf abermals gabelförmig spalteten, und so fort. Bei jeder Spaltung nahm der Durchmesser der Gabeläste stark ab, so dass in der Regel jeder Ast noch nicht halb so stark war, als der nächststärkere Ast der vorhergehenden Ordnung. Die Aeste waren fast sämmtlich leicht und zierlich gekrümmt, seltener

fast gerade. Schon von der dritten oder vierten Ordnung an begannen die benachbarten Aeste zu verschmelzen, und die Anastomosen der Aeste wurden nach der Peripherie hin immer zahlreicher, so dass die äussersten Aeste ein fast zusammenhängendes peripherisches Sarcodenetz herstellten. Die Form der Anastomosen war sehr unregelmässig, nach der Peripherie hin mehr und mehr bogenförmig, am Grunde mehr unregelmässig polygonal. Im Ganzen war das Plasmanetz sehr ähnlich demjenigen, welches CLAPARÈDE von seiner Lieberkühnia Wageneri abgebildet hat. [1])

Die rothgelbe Färbung war am intensivsten in der Mitte des Körpers, welche offenbar auch die dickste Plasmalage bildete, und in den Hauptstämmen, welche von deren Peripherie abgingen. Gegen die letztere hin wurde die Farbe immer blasser, und die feinsten Aeste erschienen hell röthlichgelb gefärbt. Nirgends war die Farbe so intensiv orangeroth, wie an den vorherbeschriebenen Kugeln. Wie bei den letzteren, wurde die Färbung auch hier ebensowohl durch ein diffuses röthliches Gelb der structurlosen Grundsubstanz, als durch einen lebhafter gelbrothen Ton der darin suspendirten Körnchen bedingt.

Sowohl die centrale scheibenförmige Körpermasse, als die davon ausstrahlenden Aeste und deren Zweige waren vollkommen durchsichtig und liessen auch bei der stärksten Vergrösserung mit der grössten Deutlichkeit die Thatsache erkennen, dass die gesammte Körpermasse durchaus structurlos und homogen, ohne jede Zusammensetzung aus Zellen oder zellenähnlichen Gebilden sei. Zur Evidenz wurde diese Thatsache durch die feineren und gröberen rothen Körnchen bewiesen, welche strömend in dem Sarcodenetz hin und herbewegt wurden, sowie durch die hie und da in das Plasma eingestreuten fremden Körper und Nahrungsbestandtheile (namentlich Diatomeen). Auch diese letzteren wurden gleich den rothen Körnchen ergriffen und passiv mit fortgeführt von der Strömung, welche durch active Lageveränderung der Eiweissmoleküle des homogenen Plasma bewirkt wurde. In seinen chemischen Eigenschaften war der Eiweisskörper des Plasma oder der Sarcode nicht verschieden von demjenigen der rothen Kugeln, der vorher beschrieben wurde, und zeigte ganz dieselben Reactionen.

Die Strömungserscheinungen der Sarcode oder des freien Plasma (Protoplasma), wie sie namentlich bei den echten Rhizopoden (Acyttarien und Radiolarien) zu Tage treten, sind seit nunmehr 33 Jahren so

---

1) CLAPARÈDE et LACHMANN, Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes, Vol. I, p. 464, Pl. XXIII.

genau untersucht und so allgemein bekannt geworden, dass es überflüssig sein würde, dieselben bei dem hier vorliegenden Organismus nochmals detaillirt zu beschreiben. DUJARDIN[1]) und MAX SCHULTZE[2]) haben dieses äusserst interessante und wichtige Phaenomen bei den Polythalamien, CLAPARÈDE und LACHMANN bei Actinophrys, Acanthometra und Lieberkühnia[3]), JOHANNES MÜLLER[4]) und ich selbst[5]) bei den Radiolarien, DE BARY[6]) und CIENKOWSKI[7]) bei den Myxomyceten so übereinstimmend und genau dargestellt, dass über dessen thatsächliche Existenz und weite Verbreitung kein Zweifel mehr aufkommen kann. Zwar versuchte REICHERT seit 1862 in einer Reihe von Aufsätzen diese Thatsachen als unmöglich und die Beobachtungen und Deutungen sämmtlicher genannter Forscher als falsch darzustellen, weil dieselben mit seiner dogmatisch-vitalistischen Naturauffassung unvereinbar waren. Indessen habe ich bereits in meinem Aufsatze über den Sarcodekörper der Rhizopoden die völlige Grundlosigkeit und Verkehrtheit von REICHERT's Behauptungen dargethan. Ich würde dieselben hier gar nicht erwähnt haben, wenn nicht REICHERT in einer soeben erschienenen grösseren Abhandlung die von ihm angegriffene Plasmatheorie der Sarcode selbst acceptirte, und dabei die Sache so zu verdrehen suchte, dass er als der eigentliche Entdecker jener von ihm früher für unmöglich erklärten, in der That aber längst festgestellten Phänomene erscheint. Der folgende (III.) Abschnitt meines Aufsatzes wird diesen Umstand noch näher erörtern.

Der orangefarbene, rhizopodenähnliche Organismus, welchen ich auf der Spirula-Schale fand, und für welchen ich die Bezeichnung Protomyxa aurantiaca vorschlage, zeigt das Phänomen der Sarcodeströmung in der ausgezeichnetsten Weise. Die rothgelbe Sarcode desselben ist in ziemlich hohem Grade dünnflüssig, etwa wie bei Thalassicolla unter den Radiolarien, bei Gromia unter den Acyttarien,

---

1) DUJARDIN, Observations nouvelles etc. Annales des sciences nat. 1835, II. Sér., Tom III. p. 112 ff.

2) MAX SCHULTZE, Ueber den Organismus der Polythalamien (1854) p. 16 ff.

3) CLAPARÈDE et LACHMANN, Études sur les Infusoires et les Rhizopodes (1858), Vol. I, p. 416, 464 ff.

4) JOHANNES MÜLLER, Ueber die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren, Abhandl. der Berlin Akad. 1858, p. 3 ff.

5) ERNST HAECKEL, Die Radiolarien. Eine Monographie (1862), p. 89—126 und p. 127—159.

6) DE BARY, Die Mycetozoen, Zeitschrift für wissensch. Zool. 1860, Vol. X, p. 88 ff.

7) CIENKOWSKI, Zur Entwickelungsgeschichte der Myxomyceten, Pringsheims Jahrbücher für wissensch. Botanik III. p. 325 ff.

oder bei Physarum unter den Myxomyceten. Die zahlreich zerstreuten rothen Körnchen, welche durch die gegenseitige Lagenveränderung der sich an einander verschiebenden Plasmamoleküle in Bewegung versetzt und passiv von dem activen Sarcodestrom mit fortgerissen werden, erlauben sehr genau die verschiedenen Strömungsbahnen zu verfolgen. Diese Bahnen sind ohne alle bestimmte Anordnung, in beständigem Wechsel begriffen. An den grösseren Stromfäden bemerkt man oft deutlich einen centrifugalen neben einem centripetalen Strom. Schnelligkeit, Richtung und Stärke der Ströme wechseln beständig. Die breiten polygonalen Sarcodeplatten, welche sich leicht an den Anastomosen zweier Stromäste bilden, entstehen und vergehen, und hierbei lässt sich besonders deutlich der durchaus homogene Charakter der ganzen contractilen Plasmasubstanz wahrnehmen. Von einer Scheidung in eine dichtere Rindenschicht und eine dünner flüssige Markschicht, wie sie bei vielen Rhizopoden und Myxomyceten vorkommt, ist Nichts wahrzunehmen.

Neben den zahlreichen rothen Körnchen werden auch grössere, als Nahrung aufgenommene fremde Körper von dem Sarcodestrom mit fortgerissen, so namentlich pelagische Infusorien und Diatomeen, welche die Hauptnahrung der Protomyxa bilden. Das in Fig. 11 dargestellte Individuum hatte zwei Isthmien, und drei Tintinnoiden mit kieseliger Gitterschale verzehrt (zwei Dictyocysta elegans und eine D. mitra), und war trotzdem schon wieder im Begriff, ein Peridinium in seinen Körper hineinzuziehen. Die Nahrungsaufnahme erfolgte in derselben Weise wie bei den echten Rhizopoden. An frei schwimmenden Diatomeen (Bacillarien und Naviculen), welche ich in das Uhrschälchen, das die Protomyxa enthielt, hineinbrachte, liess sich der Vorgang des Fressens deutlich verfolgen. Sobald ein ausgestreckter Plasmafaden mit einem dieser Körper in Berührung kam, erfolgte ein verstärkter Zufluss von Plasma zu dieser Stelle. Benachbarte Fäden legten sich an und verschmolzen mit dem ersten. In kurzer Zeit war die Kieselzelle der Diatomee von einer Protoplasmaschicht umflossen und wurde nun langsam, durch Retraction der betheiligten Plasmafäden, in die centrale Körpermasse hineingezogen. Die Verdauung der Beute bestand einfach in einer Extraction und Assimilation des gelbbraunen Plasmainhalts der Kieselzellen. Die Kieselmembran derselben schien gar nicht davon angegriffen zu werden, und die entleerten Schalen wurden durch die Contraction der weichen Centralmasse wieder ausgestossen.

Kerne oder kernähnliche Bildungen waren in dem ganzen Plasmakorper der Protomyxa durchaus nicht wahrzunehmen, ebenso wenig contractile Blasen, falls man darunter bleibende Organe versteht, welche,

wenngleich noch ohne differenzirte Wand, doch eine bestimmte Stelle im Körper einnehmen. Dagegen waren Vacuolen in grosser Anzahl im Körper zerstreut, und zwar sowohl in der Centralmasse, als in den stärkeren Aesten. Dieselben traten auf in Gestalt heller kreisrunder Flecke (Fig. 11, 11 v.) von verschiedener Grösse, die grössten von 0,03 Mm. Durchmesser. Fixirte man eine und dieselbe Vacuole längere Zeit, so konnte man die Dilatation und Contraction derselben, ihr Entstehen und Vergehen deutlich wahrnehmen. Ersteres sowohl wie letzteres erfolgte sehr langsam, und nahm bei den grössten ungefähr 2—3 Minuten in Anspruch. Bei der Contraction wurde der Umfang der Vacuole kleiner und kleiner. Endlich verschwand der helle Fleck ganz; es sah aus, als ob das gelbrothe Plasma über demselben zusammengeflossen wäre. Fixirte man die Stelle, an der die Blase verschwunden war, fortdauernd, so sah man sie bisweilen an demselben Puncte wieder langsam auftauchen. Es erschien ein heller Punct, welcher langsam grösser und grösser wurde; oft überschritt er den frühern Umfang; andere Male blieb er hinter demselben zurück. Sehr oft aber war und blieb die Vacuole verschwunden, und statt ihrer traten ein oder mehrere neue Vacuolen an anderen Stellen auf, bald in der Nähe, bald weit davon entfernt. Bisweilen traten an Stelle einer grossen verschwundenen Vacuole eine Anzahl (10—20) kleiner Vacuolen in deren Umgebung auf, entweder unregelmässig zerstreut oder ringförmig um den Platz der verschwundenen Blase gruppirt. Aus diesem Allen geht hervor, dass die contractilen Hohlräume im Leibe der Protomyxa wirkliche Vacuolen sind, d. h. wandungslose, mit wässriger Flüssigkeit gefüllte Hohlräume inmitten des homogenen Sarcodeparenchyms, wie solche auch bei vielen Rhizopoden, Myxomyceten etc. vorkommen. Es sind also keine echten contractilen Blasen, wie sie bei den echten Infusorien (Ciliaten) und bei einigen Amoeben (z. B. Amoeba quadrilineata) vorkommen. Diese letzteren sind distincte und permanente Organe, gleichviel ob man eine eigene differenzirte Wand an ihnen unterscheiden kann oder nicht. Die echten contractilen Blasen nehmen stets eine und dieselbe Stelle im Körper ein, während die Vacuolen bald hier bald dort mitten in der festflüssigen Eiweissmasse des Plasmaparenchyms auftreten und verschwinden. Durch diese bestimmte Unterscheidung der Vacuolen von den contractilen Blasen soll natürlich keineswegs geleugnet werden, dass vermittelnde Uebergangsformen zwischen beiden Bildungen vorkommen. Im Gegentheil halte ich es für sehr wahrscheinlich, dass die contractilen Blasen aus einfachen Vacuolen phylogenetisch (durch natürliche Züchtung) entstanden sind.

Die Vacuolen sowohl, als die rothen Körnchen, welche in dem homogenen Plasma der Protomyxa zerstreut umher liegen und umher wandern, sind Erscheinungen, welche zu dem Stoffwechsel dieses Moneres in der engsten Beziehung stehen. Ich versuchte die Protomyxa in flachen Uhrschälchen mit Seewasser längere Zeit zu cultiviren, und es gelang dies mit dem besten Erfolge. Ich stellte die Uhrgläschen, deren jedes eine einzige Protomyxa enthielt, in ein grösseres, mit Wasser gefülltes Schälchen und stülpte ein grosses Glas darüber, so dass eine sehr geräumige feuchte Kammer hergestellt war, und so gelang es mir, die Protomyxa über drei Wochen am Leben zu erhalten, und die Erscheinungen ihrer Ernährung und Fortpflanzung im vollständigem Zusammenhange zu beobachten.

Das Nächste, was ich bei fortgesetzter täglicher Beobachtung wahrnahm, war die Thatsache, dass die Anzahl der Vacuolen und der rothen Körnchen in geradem Verhältniss zu der aufgenommenen Nahrungsmenge steht. Ich hielt einige Protomyxen in reinem Seewasser, ohne Nahrung, während ich anderen Diatomeen in reichlicher Menge als Nahrung zuführte. Bei den ersteren nahm die Menge der rothen Körnchen sowohl, als der Vacuolen schon nach einigen Tagen sichtlich ab, während bei den letzteren sie sich fortdauernd erhielt und bei verstärkter Fütterung sogar zunahm. Die am reichlichsten mit Diatomeen gefütterten Individuen waren mit rothen Körnchen ganz vollgestopft, so dass die Sarcode stark getrübt, und namentlich der mittlere Theil des Körpers ganz undurchsichtig erschien. Zugleich traten kleinere und grössere Vacuolen in grosser Anzahl an allen Ecken und Enden auf. Die hungernden Individuen dagegen wurden blass, mehr gelb als roth gefärbt; die Zahl der rothen Körnchen nahm auffällig ab, ebenso auch die Zahl der Vacuolen, und schliesslich verschwanden dieselben gänzlich. (Vergl. Fig. 11 und 12).

Es geht hieraus deutlich hervor, dass die in der Sarcode zerstreuten Körnchen Producte des Stoffwechsels sind. Am wahrscheinlichsten dürfte wohl die Vermuthung sein, dass dieselben assimilirte Substanzen sind, welche durch die chemische Thätigkeit der verdauenden Sarcode aus den aufgenommenen Nahrungsbestandtheilen gebildet und späterhin selbst wieder in Sarcode umgebildet werden. In meinem Aufsatz »über den Sarcodekörper der Rhizopoden« habe ich diese Hypothese auch für die Körnchen wahrscheinlich zu machen gesucht, welche sich im Protoplasma der echten Rhizopoden (Acyttarien und Radiolarien) finden, und deren Quantität gleichfalls der Menge der aufgenommenen und verdaueten Nahrung entspricht. Bei den Radiolarien wird diese Vermuthung noch dadurch besonders wahrscheinlich

gemacht, dass die Körnchen bei mehreren Arten roth gefärbt sind (bei Acanthostaurus purpurascens, Acanthochiasma rubescens und Actinelius purpureus.[1])

Nicht bloss die Menge der Körnchen und der Vacuolen, sondern auch die Stärke und Schnelligkeit der Sarcode-Strömung scheint bei Protomyxa von der Quantität der aufgenommenen Nahrung abhängig zu sein. Obgleich diese Thatsache viel schwieriger als die vorher genannte zu erkennen und festzustellen ist, und obgleich auch vielfach äussere Anpassungsbedingungen, wie Licht, Temperatur etc. auf die Stärke und Schnelligkeit der Plasma-Strömung Einfluss zu haben scheinen, glaube ich mich doch durch anhaltende Beobachtungen und durch Vergleichung der Extreme von der Richtigkeit derselben überzeugt zu haben. Bei den hungernden Individuen, bei denen Körnchen und Vacuolen an Zahl abnahmen, wurde auch die Strömung in den verzweigten Schleimfäden zusehends schwächer und langsamer (Fig. 12). Zugleich nahmen die Anastomosen der Stromzweige in auffallender Weise ab und statt deren wurde an der Peripherie des Sarcodenetzes eine grössere Anzahl von äusserst feinen, divergenten, aber nicht anastomosirenden Schleimfäden vorgestreckt. Bei den reichlich gefütterten Individuen dagegen waren die bogenförmigen Anastomosen äusserst zahlreich und die peripherischen Büschel von haarfeinen und nicht anastomosirenden Schleimfäden fehlten (Fig. 11). Jedoch muss schon hier bemerkt werden, dass einige von diesen gutgenährten Individuen nach einiger Zeit in einen Ruhezustand übergingen, indem sie ihre Pseudopodien einzogen und sich schliesslich in einen kugeligen Schleimklumpen zusammenzogen, der sich mit einer Hülle umgab. Bevor ich auf diese encystirten Ruhezustände und die damit zusammenhängenden Fortpflanzungs-Erscheinungen der Protomyxa eingehe, will ich noch Einiges über die Reizbarkeit dieses Moneres bemerken.

Dass man die echten Rhizopoden (Acyttarien, Heliozoen, Radiolarien) sowie manche Rhizopoden ähnliche Organismen (Amoeben, Arcellen, Actinophryen) früher allgemein und unbedenklich als echte Thiere betrachtete, hatte nächst der thierähnlichen Gestalt mancher Schalenbildungen (molluskenähnliche Polythalamien) und nächst der mehr thierischen als pflanzlichen Nahrungsaufnahme seinen Grund vorzüglich in den Erscheinungen der Beweglichkeit und Reizbarkeit dieser Organismen. Ebenso wie einzelne Bewegungserscheinungen einen bestimmten Willen, so schienen andere das Vermögen einer distincten Empfindung zu verrathen; und man konnte schliesslich diesen be-

[1] Zeitschr für wissensch. Zool. 1865 Vol. XV, p. 359. Taf. XXVI, Fig. 4.

lebten Schleimklümpchen eben so gut eine wirkliche Seele oder einen sogenannten Geist zuschreiben, als den Menschen und anderen echten Thieren. Auch in diesen Beziehungen schliesst sich unsere Protomyxa den echten Rhizopoden an, und zeigt namentlich dieselben Erscheinungen von Reizbarkeit, welche ich einestheils bei den Radiolarien (l. c. p. 128) anderntheils bei dem Protogenes primordialis (l. c. p. 362) beschrieben habe.

Zunächst und hauptsächlich äussert sich diese »organische Beseelung« der Protomyxa darin, dass jeder fremde Körper, der ihre Oberfläche berührt, vorzüglich ein bewegter oder sich bewegender Körper, einen vermehrten Zufluss von Sarcode zu der berührten und »gereizten« Körperstelle veranlasst. Bei der Nahrungsaufnahme war dies deutlich zu sehen. Aber auch wenn ich unter dem Präparirmikroskop mit einer sehr spitzen Nadel vorsichtig die Protomyxa berührte, hatte dieser Reiz augenblicklich einen heftigen Zufluss von Sarcode zur Folge, und die Nadelspitze wurde förmlich davon umflossen. Sobald ich jedoch versuchte, mit der Nadel in das Innere des Sarcodekörpers einzudringen und denselben gewaltsam hin und her schob, so wurden sämmtliche Pseudopodien eingezogen und der ganze Sarcodeleib zog sich in einen zusammenhängenden unförmlichen Klumpen zusammen. Da eine ähnliche oder gleiche »Reizbarkeit« gegenwärtig als allgemeine Eigenschaft des gesammten organischen Protoplasma, in gleicher Weise bei Thieren, Protisten und Pflanzen anerkannt ist, so beweist sie natürlich ebenso wenig für die thierische Natur bei der Protomyxa, als bei den echten Rhizopoden und anderen Protisten. Die Protomyxa ist wegen dieser Reizbarkeit ebenso wenig ein Thier, als die empfindliche Mimosa.

Gelegentlich dieser Reizversuche zerzupfte ich mehrere Individuen von Protomyxa in Stücke, eins in zwei ziemlich gleichgrosse Hälften, ein zweites in drei und ein drittes Individuum in fünf ziemlich ungleich grosse Stücke. Jedes dieser Theilstücke zog sich alsbald zu einem unregelmässig rundlichen Sarcodeklumpen zusammen, der zuerst eine Zeitlang bewegungslos dalag. Bald aber begann derselbe sich wiederum zu einer flachen Scheibe auszudehnen und hier und da an der Peripherie kleine stumpfe Fortsätze auszustrecken. Langsam wurden diese länger und länger, fingen an sich dichotomisch zu verästeln und mit ihren Zweigen Anastomosen zu bilden, und bald war das ganze lebendige Plasmanetz wieder so hergestellt, als ob Nichts vorgefallen wäre. Jedes der künstlich erzeugten Theilstücke bewegte sich so selbstständig und lebendig, wie die ungetheilte Protomyxa. Die künstliche Theilbarkeit der Protomyxa ist durch diese Versuche fest-

gestellt. Diese an sich merkwürdige Erscheinung, welche sowohl für die Individualitätslehre (Tectologie) überhaupt, als besonders für die Naturgeschichte der Protisten von hohem Interesse ist, verliert neuerdings viel von ihrem Wunderbaren, da sich die Vermehrbarkeit durch künstliche Theilung immer allgemeiner als eine sehr verbreitete Eigenschaft der niedrigen Organismen, namentlich der Protisten, aber selbst vieler höher organisirten und stärker differenzirten Thiere und Pflanzen herausstellt. Ich will bei dieser Gelegenheit bemerken, dass ich während meiner Anwesenheit auf Lanzarote zahlreiche Versuche über die künstliche Theilbarkeit der Hydromedusen angestellt habe, welche vom überraschendsten Erfolge begleitet waren. Bei der Hydra des süssen Wassers ist die ausserordentliche Theilbarkeit und Reproductionsfähigkeit seit TREMBLEY's Zeiten allbekannt, und auch bei den Hydroiden des Meeres durch DALYELL's Versuche festgestellt. Dagegen war die künstliche Theilbarkeit der Medusen selbst (Schirmquallen oder Discophoren) bisher noch nicht bekannt. Meine Versuche ergaben, dass dieselbe bei manchen Medusen, namentlich aus der Familie der Thaumantiaden von GEGENBAUR (Laodiceiden von AGASSIZ) einen erstaunlichen Grad erreicht. Bei mehreren Arten dieser Familie konnte ich den Medusenschirm in mehr als hundert Stücke zertheilen, und aus jedem Stück, sobald es nur einen Theil des Schirmrandes enthielt, erwuchs in wenigen (2—4) Tagen eine vollständige kleine Meduse. Selbst ein einziger losgelöster Randtentakel, an welchem die Basis, das ansitzende Stück des Schirmrandes erhalten war, bildete in wenigen Tagen eine Meduse. Noch überraschender war mir das Resultat, das ich bei anderen Hydromedusen erhielt. Hier konnte ich den kugeligen nicht differenzirten Zellenhaufen (oder die wimpernde kugelige Larve) welcher aus der Eifurchung hervorgegangen war, in mehrere Stücke zerschneiden, und aus jedem Stück entwickelte sich eine selbstständige Larve. Da ich diese Theilungsversuche an einem anderen Orte ausführlicher mittheilen werde, seien sie hier nur beiläufig erwähnt.

Sobald ich die selbstständige Natur der auf den Spirula-Schalen befindlichen orangerothen sternförmigen Flecke als rhizopodenartiger Protisten erkannt hatte, musste sich natürlich die Vermuthung aufdrängen, dass die benachbarten, vorher beschriebenen rothen Kugeln Ruhezustände oder encystirte Individuen derselben Art seien, und dass diejenigen Kugeln, bei denen der zusammengezogene orangerothe Inhalt in zahlreiche kleine Kugeln zerfallen war, auf monogene Fortpflanzung zu beziehen seien.

Die rothen Kugeln, welche ich sorgfältig von den Spirula-Schalen abgelöst und in flachen Uhrschälchen mit Seewasser in eine grosse

feuchte Kammer gebracht hatte, liessen zum Theil schon nach einigen (4—6) Tagen die individuelle Entwickelungsgeschichte der Protomyxa weiter verfolgen. In sämmtlichen Kugeln zerfiel der orangerothe Plasmainhalt, nachdem er sich von der hyalinen Kapselwand zurückgezogen hatte, in eine grosse Anzahl (einige hundert) kleine, runde, durchaus structurlose und nackte Kugeln. Dieser Zerfall beruhte nicht auf einer wiederholten Zweitheilung des encystirten Plasmakörpers, sondern darauf, dass gleichzeitig eine grosse Anzahl von individuellen Attractionscentren in der homogenen Plasmamasse sich differenzirten, und dass gleiche Plasmaportionen rings um diese Mittelpuncte sich anhäuften. Der Process wäre demnach wohl richtiger als Keimplastidenbildung (Monosporogonia), denn als Spaltung (Theilung oder Knospenbildung) aufzufassen.[1])

Die kleinen rothen Kugeln (von 0,017 Mm. Durchmesser) verharrten nun noch mehrere Tage ruhig in der dickwandigen Cyste, deren ganzen Binnenraum sie ausfüllten, ohne dass eine weitere Veränderung an ihnen zu bemerken war. Als ich sie nach Verlauf von ungefähr einer Woche wieder unter das Mikroskop brachte, bemerkte ich bei einigen eine langsame Bewegung der Kugeln innerhalb der Cyste. Die Bewegung bestand in keiner regelmässigen Rotation derselben, sondern in einer langsamen Ortsveränderung der Kugeln, bei der sie sich ohne bestimmte Regel in allen Richtungen durch einander drängten.

Einige Stunden später war die Bewegung lebhafter geworden und die rothen Kugeln hatten eine birnförmige Gestalt angenommen, indem das eine Ende derselben in eine feine Spitze ausgezogen war. Beim Durcheinanderwinden innerhalb der Cyste änderten sie mehrfach die Gestalt ihres weichen birnförmigen Leibes, indem sie bald länger, bald kürzer keulenförmig ausgezogen wurden, und zuweilen dabei sich krümmten.

Am folgenden Tage fand ich eine der Cysten zerplatzt: die leere collabirte Wand lag gefaltet auf dem Boden des Uhrgläschens und eine grosse Menge von keulen- oder birnförmigen rothen Körperchen bewegte sich frei in dem Seewasser umher. Es zeigte sich nun, dass die rothen Kugeln die Schwärmsporen der Protomyxa waren, und dass dieselben nach dem Austritt aus der Cyste sich nach Art von Flagellaten oder von Algen-Schwärmsporen frei umher tummelten. Ich sprengte nun durch leichten Druck des Deckgläschens eine andere Cyste, bei welcher bereits die Bewegung der Keimplastiden im Innern zu sehen war, und sah alsbald die rothen birnförmigen Körperchen in dichtem

[1]) Vergl. Generelle Morphologie, Vol. II, p. 70.

Gewimmel aus der geborstenen Membran austreten (Fig. 4). Unmittelbar nach dem Austritt wurde die Form derselben schlanker, indem sich das vordere Ende in eine längere Geissel auszog, und die Bewegung wurde bedeutend beschleunigt (Fig. 5).

Die Gestalt der freien Schwärmsporen (Fig. 5) oder der geisseltragenden Keimplastiden (genauer Keimcytoden) war schlank birnförmig, von der abgerundeten Basis bis zu der haarfein ausgezogenen Spitze ungefähr 0,06 Mm. lang, an der breitesten Stelle (kurz vor dem hinteren abgerundeten Ende) 0,012 Mm. breit. Der hintere Theil des Sporenkörpers war bald mehr kugelig, bald mehr eiförmig abgerundet und spitzte sich nach vorn sehr allmählich in einen kegelförmigen schlanken Hals zu, der sich dann dünner werdend in eine haarfeine Geissel auszog. Die Bewegung dieser Geissel (Flagellum) war mehr pendelnd oder einen Kegelmantel beschreibend, als schlängelnd. Die Geissel schleppte durch diese ununterbrochenen sehr lebhaften Bewegungen den ganzen Sporenkörper mit sich fort. Dieser war in seiner ganzen Masse durchaus einfach und homogen, ohne Spur von Kern (Nucleus) oder contractiler Vacuole, ebenso ohne Spur von Membran, und lediglich aus der rothgelblichen Grundsubstanz des Plasma bestehend, in welche sehr feine rothe Körnchen eingebettet waren. Durch Zusatz von Iodlösung wurden die Schwärmsporen augenblicklich zum Stillstand gebracht und tief gelbbraun gefärbt. Man sah nun ganz deutlich, dass der ganze Sporenkörper durchaus structurlos war, und demnach den morphologischen Werth des denkbar einfachsten organischen Individuums, der nackten Cytode oder Gymnocytode besass. Ausser den äusserst feinen rothen Körnchen waren durchaus keine differenten Bestandtheile in der homogenen Plasmamasse wahrzunehmen. Die Geissel war weiter Nichts, als ein haarförmig ausgezogener Fortsatz des Plasma oder der Sarcode selbst.

Verfolgt man die Bewegungen der Schwärmsporen (oder der schwärmenden Gymnocytoden) von Protomyxa genauer, so findet man sie äusserst ähnlich denjenigen der Schwärmsporen der Myxomyceten. Die Beschreibung De Bary's passt so gut auf diese, wie auf jene. »Die Bewegungen der Schwärmer bestehen zunächst in einer mit Vorschreiten nach der Richtung des Vorderendes verbundenen Rotation des ganzen Körpers um seine Längsaxe, wobei derselbe, wenn er gerade ausgestreckt ist, sich in dem Mantel eines Kegels dreht, dessen Basis von dem Vorderende umschrieben, dessen Spitze vom Hinterende gebildet wird. Jenes beschreibt also den grössten, jeder andere Punct der Körperoberfläche einen um so kleineren Kreis, je näher er dem Hinterende liegt. Dabei wird die Cilie beständig wie eine Peitschenschnur

undulirend nach zwei Seiten geschwungen, was der Drehung des Körpers ein ruckweises Hin- und Herwackeln oder Schaukeln hinzufügt. Oft fehlt die Rotation, letztere Form der Bewegung ist allein vorhanden, oder es wechseln beide Arten mit einander ab. Gleichzeitig mit diesen Drehungen und Ortsveränderungen zeigt der Körper beständige Aenderungen seines Umrisses: wurmförmige Krümmungen abwechselnd nach verschiedenen Seiten hin, Zusammenziehung zu mehr kugliger Gestalt und Wiederausstreckung, peristaltische Contractionen, endlich Austreiben kurzer spitzer Fortsätze, welche amoebenartig in stetem Wechsel wieder eingezogen und durch neue ersetzt werden, und welche besonders zahlreich um das abgerundete Hinterende zu entstehen pflegen.«

Wie in den Bewegungen, so gleichen die Schwärmer der Protomyxa denjenigen der Myxomyceten auch in der Gestalt, nur mit dem Unterschiede, dass den ersteren, so lange sie schwärmen, jede Vacuolenbildung fehlt. Auch die nächsten Schicksale der beiderlei Schwärmer sind ganz ähnlich. Beide kommen nach einiger Zeit zur Ruhe, gehen in amoebenartige Zustände über und bilden dann (wenigstens theilweise) durch Verschmelzung Plasmodien.

Die Schwärmzeit der Protomyxa-Sporen scheint mindestens einen Tag zu dauern. Wenigstens sah ich dieselben niemals an demselben Tage, an welchem sie aus der Cyste geschlüpft waren, zur Ruhe kommen. Am folgenden Tage fand ich sie meistens ruhig auf dem Boden des Uhrschälchens liegen: die Geissel der Schwärmer war eingezogen und die birnförmige Körpergestalt in diejenige einer unregelmässig rundlichen Scheibe übergegangen, deren Umfang sternförmig in mehrere Fortsätze ausgezogen war. Die rothgelben Plasmakörper glichen nun im Umriss vollständig den zur Ruhe gekommenen Myxomyceten-Schwärmern oder auch der Amoeba radiosa von Ehrenberg. Nur hatten die ringsum ausgestreckten Fortsätze (5—20 gewöhnlich an Zahl) bald mehr eine schlank kegelförmige, bald mehr eine kolbenförmige Gestalt (Fig. 6). Die meisten Fortsätze waren einfach, die grösseren fingen jedoch schon in dieser Zeit an der Spitze an sich gabelförmig zu theilen oder selbst mehrfach zu verästeln. Das Ausstrecken und Einziehen der formwechselnden Fortsätze geschah durchaus in derselben Weise, wie bei den lebhafter beweglichen Amoebenarten.

Schon kurze Zeit nachdem die Schwärmsporen der Protomyxa zur Ruhe gekommen und in den Amoebenzustand übergegangen sind, beginnen dieselben Nahrung aufzunehmen. Mit einem Wassertropfen brachte ich eine Anzahl von kleinen Diatomeen in das Uhrschälchen und alsbald begannen diejenigen Amoeben, welche mit den Diatomeen in Berührung kamen, ihre Fortsätze an dieselben anzulegen und sie in der

bekannten Weise zu umfliessen. Bald waren die Naviculen ganz von einzelnen Amoeben umflossen, deren ganzer Körper gleichsam nur einen dünnen Schleimüberzug über den ersteren darstellte (Fig. 8, 9). Der gelbbraune Plasmainhalt der kieselschaligen Diatomeen wurde von den Amoeben assimilirt und dann zogen sie sich wieder von den entleerten Kieselhüllen zurück, und begannen vom Neuem die charakteristischen Amoebenbewegungen, das beständige Ausstrecken und Einziehen der formwechselnden fingerartigen Fortsätze. Das Volum der kleinen Amoeben wuchs durch die Verdauung einer Navicula wohl um das Zwei- bis Dreifache, und nun begannen auch die Fortsätze sich länger auszuziehen, reichlicher zu verästeln, und selbst hier und da bereits eine Anastomose zu bilden.

Erst nach erfolgter Nahrungsaufnahme begannen in den Amoeben Vacuolen aufzutreten, welche sowohl in den ruhenden als in den schwärmenden Sporen vollständig vermisst wurden. Gewöhnlich trat zuerst eine einzige, seltener gleichzeitig 2—3 kleine Vacuolen als helle, langsam pulsirende kreisrunde Flecke in dem röthlich gelben Amoebenkörper auf. Aber schon jetzt liess sich durch andauernde Beobachtung feststellen, dass die Vacuolen keine constanten contractilen Blasen, sondern Ansammlungen von Flüssigkeit innerhalb des contractilen homogenen Plasmaparenchyms waren. Bald entstanden sie an dieser, bald an jener Stelle, ohne nach ihrem Verschwinden wiederzukehren.

Mehrfach konnte ich bei den Schwärmern der Protomyxa unter meinen Augen die Bildung von Plasmodien durch Verwachsung (Concrescenz) von zwei oder mehreren Amoeben unmittelbar verfolgen. Bisweilen geschah es, dass zwei Amoeben, welche eine Navicula an entgegengesetzten Enden erfasst hatten und sich über dieselbe herüberzogen, bei der Begegnung in der Mitte in eine einzige zusammenflossen (Fig. 8, 9). Nach erfolgter Verdauung zog sich die vereinigte Plasmamasse als ein einziges amoebenartiges Individuum von der entleerten Kieselschale zurück. Aber auch an freien Amoeben, welche sich auf dem Glase begegneten und mit ihren ausgestreckten Pseudopodien berührten, konnte der Verschmelzungsprocess unmittelbar wahrgenommen werden. Da, wo die Amoeben in dichten Gruppen auf dem Boden des Gläschens neben und durch einander krochen, sah ich oft drei bis vier derselben gleichzeitig mit einander verschmelzen (Fig. 7). So entstanden grössere Plasmodien, die durch die grössere Anzahl der Vacuolen und durch die reichlichere Verästelung und Anastomosenbildung der ausgestreckten Fortsätze bereits den Uebergang zu den oben beschriebenen erwachsenen Protomyxen bildeten (Fig. 10).

Ob die Plasmodienbildung, d. h. die Entstehung grösserer Sarcodekörper durch Concrescenz mehrerer Amoeben, für die Entwickelung der erwachsenen Protomyxa ein nothwendiger und unentbehrlicher oder ein mehr zufälliger und gleichgültiger Process ist, vermag ich nicht zu entscheiden. Doch ist mir das letztere wahrscheinlicher. Ich isolirte mehrere einfache Amoeben einzeln auf kleinen Gläschen und führte ihnen reichlich Diatomeen-Nahrung zu. Innerhalb weniger Tage nahmen dieselben an Grösse beträchtlich zu und erreichten das Vier- bis Sechsfache des ursprünglichen Volumens. Die Pseudopodien wurden länger und bildeten zahlreichere Aeste und Anastomosen. Es ist kein Grund für die Annahme vorhanden, dass nicht einfach durch solches fortgesetztes Wachsthum jede einzelne aus einer Schwärmspore hervorgegangene Amoebe die volle Grösse der reifen Protomyxa erreichen, und sich dann eben so gut und in gleicher Weise durch Sporogonie fortpflanzen könne, wie die Plasmodien. Diese letzteren, als Complexe mehrerer verschmolzener Amoeben, werden nur den Vorzug haben, rascher zu wachsen und den Ruhezustand eher zu erreichen, als die einzelnen Amoeben.

Um die Naturgeschichte der Protomyxa vollständig herzustellen, war es nur noch erforderlich, die Encystirung der reifen Form zu beobachten, den Uebergang der frei beweglichen Plasmodien in den Ruhezustand der rothen Kugeln, welche neben den letzteren sich auf den Spirula-Schalen angeheftet hatten. Auch diesen Uebergang gelang mir festzustellen.

Zwei der grössten von den reichlich gefütterten Plasmodien, welche sehr zahlreiche Vacuolen enthielten und ein sehr ausgedehntes Sarcodenetz mit vielen Aesten und Anastomosen gebildet hatten, begannen nach einiger Zeit ihre auffallend raschen Strömungsbewegungen zu verlangsamen und ihr Stromnetz zu vereinfachen. Die Kieselschalen der reichlich aufgenommenen Diatomeen wurden ausgestossen, und die Aeste und Zweige der Pseudopodien einer nach dem andern eingezogen. Endlich zogen sich auch die immer einfacher gewordenen Hauptstämme in den centralen Plasmakörper zurück, und der gesammte homogene Sarcodeleib nahm die Form eines unregelmässigen Klumpens an, der sich schliesslich in eine reguläre Kugel abrundete.

Nun begann die Ausscheidung der Cystenhülle, indem zunächst der haarscharfe einfache Kreiscontour der orangerothen Plasmakugel in einen zwar feinen, aber deutlichen Doppel-Contour überging. Diesem folgte bald eine zweite, dann eine dritte concentrische Kreislinie, und so entstand ziemlich rasch (im Verlaufe eines Tages) die concentrisch geschichtete hyaline Cystenhülle, deren Schichtstreifen

dem periodischen Absatz der ausgeschiedenen Gallerthäute entsprachen. Anfänglich waren in dem Plasma während des Encystirungsprocesses noch eine Menge von Vacuolen sichtbar, die bald hier, bald dort auftauchten und wieder verschwanden; jedoch nahm ihre Anzahl zusehends ab, und nach vollendeter Bildung der Cystenhülle war keine Vacuole in dem orangerothen, von zahlreichen Körnchen durchsetzten Plasma mehr wahrzunehmen. Die encystirte Plasmakugel war nun nicht mehr von denjenigen rothen Kugeln zu unterscheiden, deren Uebergang in die Schwärmsporenmasse ich oben beschrieben habe.

Somit war denn der Generationscyclus der Protomyxa erschöpft und der Kreislauf ihrer einfachen und merkwürdigen Lebenserscheinungen festgestellt. Protomyxa aurantiaca ist ein Moner, welches gleich den Vampyrellen und Protomonaden in zwei verschiedenen Zuständen während seines individuellen Lebenslaufes erscheint. Im frei beweglichen Zustande tritt die Protomyxa als ein nacktes Gymnomoner auf, von dem morphologischen Werth einer denkbar einfachsten Plastide (Cytode), welches nach einander drei verschiedene Formzustände annimmt: I, den schwärmenden Flagellaten-Zustand, eine frei schwimmende, nackte, mit einer Geissel versehene, birnförmige Schwärmspore (Fig. 5), II, den kriechenden Amoeben-Zustand, eine Amoebe einfachster Art (Protamoeba), ohne Kern und ohne contractile Blase, ohne Verästelung und Netzbildung der Pseudopodien, und ohne Vacuolenbildung (Fig. 6), III, den netzförmigen Rhizopoden-Zustand, ein colossales nacktes Plasmodium mit Verästelung und Netzbildung der Pseudopodien und mit Vacuolenbildung (Fig. 10—12). Im unbeweglichen Ruhezustande dagegen erscheint die Protomyxa als ein beschaltes Lepomoner, als eine von einer ausgeschiedenen Membran umgebene Lepocytode, bestehend aus einem völlig homogenen kugeligen Plasmakörper und einer von demselben ausgeschiedenen structurlosen Hüllmembran (Fig. 1). Der Plasmakörper zerfällt durch Monosporogonie in zahlreiche kleine Kugeln (Fig. 2, 3), welche nach ihrem Austritt aus der geborstenen Cystenmembran (Fig. 4) als Flagellaten umherschwärmen (Fig. 5). Hiermit ist der einfache Generationscyclus der Protomyxa aurantiaca vollendet. [1])

---

1) Meiner Protomyxa möglicherweise sehr nahe verwandt sind die weissen eiähnlichen Kugeln, welche Ecker in abgestorbenen Eiern von Lymnaeus stagnalis auffand. (Zeitschr. für wiss. Zool. 1851, Vol. III, p. 412, Taf XIII, Fig. 1–4). Die kugeligen Cysten, aus denen Schwärmer mit 2 Geisseln (»Cercomonaden«) hervorkamen, erinnern nach Ecker's Darstellung auffallend an die Cysten der Protomyxa. Leider wurde die weitere Entwickelung nicht beobachtet.

II. 2. Myxastrum radians.

(Hierzu Taf. III, Fig. 13–24.)

An dem Quai von Puerto del Arrecife, der Hafenstadt der canarischen Insel Lanzarote, wachsen auf den flachen Stellen des Hafenbeckens, welche bei tiefer Ebbe vom Wasser entblösst werden, in grosser Menge verschiedene Actinien, namentlich eine braungrüne Anemonia, ferner dichte Büsche von Codium tomentosum und andere Algen. Der feine braune Schlamm, welcher den steinigen Boden dieser flachen Stellen bedeckt, enthält unter Anderem zahlreiche Diatomeen und Polythalamien. Um letztere zu studiren und womöglich Etwas über ihre Fortpflanzung zu ermitteln, sammelte ich ein wenig von diesem Schlamm und liess denselben in flachen bedeckten Glasschälchen einige Zeit stehen.

Als ich nach mehreren Tagen in einem dieser Gläschen, das ich gegen das Licht hielt, den Schlamm mit einem Glasstäbchen umrührte, gewahrte ich inmitten der aufgerührten und im Wasser umherwirbelnden dunklen Partikelchen (Diatomeen, Steinfragmente etc.) einzelne kleine, mit blossem Auge eben sichtbare durchscheinende hellgraue Pünctchen, welche mich lebhaft an das unter gleichen Verhältnissen wahrnehmbare Actinosphaerium Eichhornii Stein (Actinophrys Eichhornii Ehrenberg) unserer süssen Gewässer erinnerte. Unter das Mikroskop gebracht, ergab sich sogleich, dass diese Körper allerdings nicht dem bezeichneten Rhizopoden, wohl aber einem diesen sehr ähnlichen Organismus einfachster Art angehörten.

Unter starker Vergrösserung (Fig. 24) stellten sich diese Körperchen als kugelige Schleimklümpchen dar, deren centraler Plasmakörper an der ganzen Peripherie eine sehr grosse Menge von feinen radialen Schleimfäden (Pseudopodien) ausstrahlte. Diese peripherische Fadenzone war ungefähr ebenso breit oder nur wenig breiter, höchstens doppelt so breit, als der Durchmesser der centralen Sarcodemasse, von welcher dieselben ausstrahlten. Dieser betrug ungefähr 0,1 Mm., so dass der gesammte Körperdurchmesser der grössten Individuen 0,3 Mm., im längsten Ausdehnungszustande der Strahlen aber 0,5 Mm. erreichte. Die Fäden, welche mit ziemlich breiter conischer Basis sich von der Oberfläche der Schleimkugel erhoben, verschmälerten sich sehr rasch und liefen in eine haarfeine Spitze aus. Verästelungen der Fäden waren sehr spärlich, nur hie und da als einfache, selten wiederholte Gabeltheilungen wahrzunehmen, welche unter sehr spitzem Winkel theils von der Basis, theils mehr von dem äusseren Theile der

Fäden abgingen. Anastomosen waren ebenfalls sehr spärlich vorhanden, mit Ausnahme derjenigen Stellen, an denen gerade Nahrung aufgenommen wurde (Fig. 23).

Die gesammte Körpermasse dieses zierlichen, strahlenreichen Schleimsterns war durchaus structurlos und homogen. Die gleichartige Sarcodemasse der centralen Kugel ging ununterbrochen auf die ausstrahlenden Fäden ihrer Peripherie über. Die einzigen Körperchen, welche in der structurlosen, blassgelblichen oder fast farblosen Grundsubstanz sich wahrnehmen liessen, waren zahlreiche und äusserst kleine darin zerstreute hellglänzende Körnchen und eine geringe Anzahl von grösseren, ebenfalls stark lichtbrechenden Körnern. Verfolgte man anhaltend diese im Plasma des Schleimsterns suspendirten Körperchen, so konnte man eine sehr langsame und träge Ortsveränderung an denselben bemerken, offenbar der Ausdruck einer langsamen Strömung der Sarcode, welche auf eine sehr bedeutende Consistenz der Masse schliessen liess. Diese letztere ergab sich in der That beim Auflegen eines Deckgläschens, durch welches der kugelige Körper bei mässigem Drucke nur wenig abgeplattet wurde. Die zunächst betroffenen Fadenbüschel brachen dabei ab, und ihre abgebrochenen Spitzen, theilweise mehrmals geknickt, schwammen im Wasser umher. Bei längerer Dauer des Druckes löste sich noch eine grössere Anzahl von ausgestreckten Pseudopodien ab; andere wurden sehr langsam eingezogen. Bei verstärktem Druck gestaltete sich der ganze Körper zu einer unförmlichen Masse, welche sich jedoch nicht flach auf dem Objectträger ausbreitete, sondern in viele unregelmässige Stücke zerbrach. Offenbar zeigte sich in allen diesen Erscheinungen eine ungewöhnliche Consistenz und Zähigkeit des dickflüssigen Plasma, in ähnlicher Weise, wie sie auch verschiedene Acanthometriden und unser Actinosphaerium Eichhornii gegenüber den meisten anderen Rhizopoden zeigen.

Wie in der gesammten Körperform und Grösse, in der Consistenz der zähen und starren Plasmafäden, ihrer geringen Neigung zur Verästelung und Anastomosenbildung, ihrer trägen Körnchenströmung, so glich unser Moner dem bekannten Actinosphaerium Eichhornii auch in der Nahrungsaufnahme. Diese war leicht zu beobachten, sobald man die kleinen Körperchen verfolgte, welche im Wasser um unsere Schleimkugel herumschwammen, und in deren Strahlenbezirk geriethen. Es waren dies vorzüglich Diatomeen, Peridinien, Nauplius-Formen verschiedener Crustaceen und verschiedene Infusorien. (Fig. 23).

Sobald eines dieser schwärmenden Körperchen zwischen die Strahlen des Moneres hinein gerieth, blieb es an denselben haften, wie es schien

in Folge der klebrigen Beschaffenheit ihrer Oberfläche. Bei dem Versuche, sich los zu machen, reizte es durch seine unruhigen Stösse die benachbarten Pseudopodien, und nun legten sich diese langsam von allen Seiten über die gefangene Beute herüber, ganz ähnlich, wie es bei Actinosphaerium bekannt ist. In der Regel waren einzelne Fäden hierbei zu beobachten, welche bei längerer fester Berührung eine wahre Anastomose bildeten. Doch schienen dieselben nicht immer über der Beute zusammenzufliessen und sie mit einer continuirlichen Sarcodehülle zu umgeben, wie es bei den meisten echten Rhizopoden der Fall ist. Vielmehr schienen die starren Pseudopodien, welche sich dichter und dichter um die gefangene Beute zusammendrängten, diese oft nur der Oberfläche der centralen Plasmakugel zuzuschieben und endlich in die zähflüssige Schleimmasse derselben hineinzudrücken. (Fig. 23). An der Oberfläche bildete sich eine flache Grube zur Aufnahme des fremden Körpers, welche tiefer und tiefer wurde und endlich sich wieder über demselben schloss. Bisweilen wurde dabei zugleich eine geringe Quantität Seewasser mit verschluckt, so dass der Bissen in einer Vacuole von kreisrundem Umriss zu liegen schien. Langsam wurde nun allmählich die verschluckte Beute, deren Bewegungen gewöhnlich schon vor der Aufnahme in den centralen Körper aufgehört hatten, in das Innerste des letzteren hineingedrängt und hier verdaut. Die unverdaulichen Ueberreste wanderten in gleicher Weise langsam wieder nach aussen, gewöhnlich noch von einer kleinen Flüssigkeitsmenge, wie von einer kugeligen Alveole umschlossen. Die Oberfläche der centralen Schleimkugel öffnete sich an einer beliebigen Stelle und zwischen den Basen der Pseudopodien traten die Excremente nach aussen.

Während in allen diesen Beziehungen unser Moner sich dem bekannten Actinosphaerium Eichhornii sehr ähnlich verhielt, so zeigten sich dagegen bei genauerer Betrachtung sofort Unterschiede, welche ersteres als ein ganz verschiedenes Protist nachwiesen. Actinosphaerium ist leicht von allen übrigen bekannten ähnlichen Protisten durch zweierlei anatomische Eigenthümlichkeiten zu unterscheiden: erstens durch die deutliche Differenzirung des Körpers in eine centrale (Mark-) und eine peripherische (Rinden-) Schicht, und zweitens durch die eigenthümliche Structur der Pseudopodien. Die centrale oder Markmasse desselben besteht aus einem Sarcodekörper, welcher zahlreiche echte (kernhaltige) Zellen enthält. Die Sarcode der Rindenmasse dagegen umschliesst zahlreiche dichtgedrängte Vacuolen, welche der ganzen Rinde ein alveolares Aussehen verleihen. Jedes Pseudopodium besteht aus einer festeren hyalinen Axensubstanz, welche von der Markmasse ausgeht, und aus einer dünnflüssigeren, körnchenfüh-

renden Rindensubstanz, welche erstere überzieht.[1]) Durch diese histologische Differenzirung schliesst sich Actinosphaerium bereits an die Radiolarien an, von denen es sich jedoch dadurch wesentlich unterscheidet, dass die zellenhaltige Markmasse nicht durch eine besondere Membran (Centralkapsel) von der peripherischen Sarcode getrennt ist. Zugleich unterscheidet sich dasselbe durch diese Differenzirung wesentlich von der echten Actinophrys (sol), welche sich durch ihren homogenen Sarcodekörper eng an die Moneren anschliesst. Jedenfalls ist es ganz ungerechtfertigt, diese beiden ganz verschiedenen Protisten als zwei verschiedene Species des einen Genus Actinophrys zu betrachten. Die von STEIN eingeführte Trennung der echten Actinophrys (sol) von dem viel höher differenzirten Actinosphaerium (Eichhornii) ist auf alle Fälle nothwendig. Actinosphaerium ist ein echtes Rhizopod, welches zwischen den Acyttarien und Radiolarien in der Mitte steht, und welches ich daher in meiner generellen Morphologie (Vol. II. p. XXVIII) als Repräsentanten einer besonderen (dritten) Hauptabtheilung der echten Rhizopoden zwischen jene beiden gestellt habe (Heliozoa).

Das in Fig. 23, 24 abgebildete Schleimsternchen enthält in seinem ganz homogenen Sarcodekörper weder die kernhaltigen Zellen, noch die blasenförmigen Vacuolen des Actinosphaerium. Ebenso fehlt gänzlich die Differenz einer Axen- und Rindenschicht in den durchaus homogenen Pseudopodien. Eher würde man unser Moner mit der echten Actinophrys (sol) zusammenstellen können. Jedoch besitzt es nicht die charakteristische Vacuolenbildung (die grosse contractile Blase an der Oberfläche) des letzteren, und zeichnet sich ausserdem durch seine eigenthümliche Fortpflanzung so sehr aus, dass es als Repräsentant eines neuen Genus zu betrachten ist, für welches ich den Namen Myxastrum vorschlage. Die abgebildete Art von Arrecife nenne ich Myxastrum radians.

Die Körnchen, welche in dem Sarcodekörper des Myxastrum zerstreut sind, finden sich in sehr verschiedener Menge, je nach der Quantität der aufgenommenen Nahrung. Myxastrum verhält sich in dieser Beziehung ebenso wie Protomyxa und wie die echten Rhizopoden. Nach reichlicher Füllung erscheint eine grosse Menge von Körnchen, welche sehr deutlich die langsame und wechselvolle Circulationsströmung im Parenchym des soliden Plasmakörpers und seiner Pseudopodien, und scheinbar auch auf deren Oberfläche verfolgen

---

1) MAX SCHULTZE, Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. 1863. p. 35 ff.

lassen. Sie ist ganz wie bei den Acanthometren, ihre Richtung beständig wechselnd. Verästelung, Anastomose und Plattenbildung der starren Pseudopodien ist selten. Bei längere Zeit hungernden Individuen nimmt die Quantität der Sarcodekörnchen bedeutend ab. Zuletzt scheinen dieselben ganz zu verschwinden.

Durch künstliche Theilung liess sich Myxastrum ebenso wie Protomyxa vermehren. Bei zwei Individuen, von denen ich unter dem Präparirmikroskop das eine in zwei, das andere in drei Stücke mit scharfen Nadeln zerrissen hatte, rundete sich jedes Theilstück langsam zu einer selbstständigen Schleimkugel ab, welche allmählich anfing, die eingezogenen Pseudopodien wieder vorzustrecken, und nun gleich den ungetheilten Individuen sich zu ernähren und weiter zu leben. Die gleiche künstliche Theilbarkeit habe ich bei dem ähnlichen Actinosphaerium Eichhornii bereits 1862 nachgewiesen.

Die activen Bewegungen des ganzen Körpers waren bei Myxastrum eben so schwach und langsam, wie bei Actinosphaerium. Jedoch vermochte es sich auf dem Objectträger sehr langsam, wankend, von der Stelle zu bewegen, scheinbar rotirend oder wälzend, oder auf den stachelartigen Pseudopodien sich wie ein Seeigel fortbewegend.

Der glückliche Erfolg, den meine Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte von Protomyxa gehabt hatten, liess mich hoffen, auch bei Myxastrum einen gleich vollständigen Entwickelungscyclus zu beobachten. Mehrere der grössten und reichlich gefütterten Myxastrum isolirte ich in einzelnen Uhrgläschen mit Seewasser. Diese bewahrte ich in einer geräumigen feuchten Kammer mehrere Wochen auf, ohne dass die Myxastren abstarben.

In den ersten Tagen zeigten die isolirten Myxastren keine Veränderung. Dann aber bemerkte ich zuerst an einem, bald darauf auch an einem zweiten Individuum, dass das Schleimsternchen seine Strahlen eingezogen und sich zu einer ganz einfachen Schleimkugel mit glatter Oberfläche zusammengezogen hatte. Alle Reste der früher aufgenommenen Nahrung waren entfernt, und ausser den feinen zahlreichen Körnchen keinerlei Formelemente in dem ganz homogenen Sarcodekörper wahrzunehmen. Einige Tage später wurde ein doppelter scharfer Contour an Stelle des bisherigen einfachen sichtbar, und nun zeigte es sich, dass das Myxastrum sich ebenso wie die Protomyxa encystirt hatte. Die anfangs sehr dünne Cystenmembran wurde langsam dicker und dicker, indem schichtenweise neue Lagen abgeschieden wurden, und endlich erreichte ihre Dicke $^1/_8$ von dem Durchmesser der eingeschlossenen Plasmakugel. (Fig. 13).

Das encystirte Myxastrum stellte ebenso wie die encystirte

Protomyxa, eine ganz einfache kugelige Lepocytode dar, eine vollkommen structurlose und homogene Plasmakugel von 0,08 Mm. Durchmesser. Auch in chemischer Beziehung zeigte es die gleichen Reactionen, wie die encystirte Protomyxa. Die Membran war eben so structurlos, jedoch derber, dicker und consistenter.

Meine Hoffnung, die weitere Entwicklung des encystirten Myxastrum ebenso wie bei Protomyxa weiter verfolgen zu können, schien zunächst nicht in Erfüllung zu gehen. Um dieselbe zu verfolgen, betrachtete ich fast Tag für Tag die eingekapselten Plasmakugeln, welche ich sorgfältig in kleinen Uhrschälchen in der feuchten Kammer isolirt hielt. Endlich nach zweiwöchentlichem vergeblichen Warten wurde eine Veränderung bemerkbar. Es begann nämlich die homogene Plasmakugel eine grosse Anzahl von radialen Streifen zu zeigen, und in der Richtung dieser Streifen sich zu zerklüften, etwa wie bei der Dotterfurchung von Sagitta. Nach drei bis vier Tagen war der ganze kugelige Plasmakörper in ungefähr 50 verdichtete kegelförmige Inhaltspartieen zerfallen, welche im Centrum der Kugel sich mit ihren Spitzen berührten, während die abgerundete Basis der schlanken Kegel die Innenseite der Cystenwand berührte (Fig. 14). Zwischen den einzelnen conischen, radial gestellten Plasmaportionen, deren Substanz sich offenbar langsam verdichtete, sammelte sich eine geringe Quantität von einer hellen wässrigen Flüssigkeit an. Nun trat auch langsam eine Formveränderung der radialen Plasmastücke ein, indem ihre ursprüngliche Kegelgestalt mehr und mehr in Spindelform überging. Zugleich zogen sich die inneren Spitzen der beiderseits zugespitzten Spindeln aus dem Centrum zurück, in welchem sich Flüssigkeit ansammelte. (Fig. 15, 16).

Jedes einzelne von den gestreckten spindelförmigen Plasmakörperchen, welche durch die radiale Theilung der einfachen Plasmakugel entstanden waren, begann nun eine dünne Hülle auszuscheiden, welche als ein deutlicher doppelter Contour zwischen den einzelnen Spindeln sichtbar wurde (Fig. 15, 16). Die Länge des spindelförmigen Körperchens betrug nur 0,03 Mm., seine grösste Breite (der in Mitte) 0,015 Mm., die Dicke seiner Hüllmembran 0,0012 Mm. Diese Hülle bestand, wie sich alsbald durch die chemischen Reactionen ergab, aus Kieselerde. Isolirt hätte man jedes einzelne Spindelchen für eine kleine Diatomee, etwa eine Navicula, halten können (Fig. 17). Jedoch fehlte dem gänzlich structurlosen Plasmakörper der Kern, welchen die Diatomeen besitzen. Es war jede Spindel mithin eine einfache Cytode, keine echte (kernhaltige) Zelle.

In diesem Zustande, geschützt von der festen Kieselhülle und ausserdem noch von der gemeinschaftlichen Cystenhülle des elterlichen

Körpers, verharren die spindelförmigen Keime des **Myxastrum** wahrscheinlich unter ihren natürlichen Existenzbedingungen längere Zeit, ehe sie sich weiter entwickeln. Da selbst nach Verlauf von einer Woche keine auffällige Veränderung an denselben zu bemerken war, und da die Zeit meines Aufenthalts auf Lanzarote zu Ende ging, beschloss ich, die beiden einzigen Cysten, welche noch übrig waren, zu sprengen, und zu sehen, ob dann eine Weiterentwickelung der Keime einträte. Dies geschah in der That.

Nachdem ich die beiden kugeligen Cysten gesprengt hatte, (was bei der Festigkeit der hyalinen Cystenmembran einen ziemlich bedeutenden Druck erforderte) traten die spindelförmigen Kieselsporen auseinander und zerstreuten sich im Wasser. In den ersten beiden Tagen war keine Veränderung und keine Bewegung an denselben zu bemerken. Sie lagen regungslos und scheinbar unverändert am Boden des Uhrschälchens. Endlich am dritten Tage bemerkte ich, dass aus dem einen Ende mehrerer Kieselspindeln ein hyaliner fingerförmiger, abgerundeter Fortsatz hervorsah, etwa $^1/_4$ oder $^1/_3$ so lang als die Spindel. Am entgegengesetzten Ende hatte sich der Plasmainhalt von der Kieselhülle abgehoben, und hier war eine helle Lücke bemerkbar (Fig. 18). Langsam wurde diese Lücke grösser, während entsprechend das Plasma am anderen Ende mehr und mehr vorquoll (Fig. 19). So schlüpfte schliesslich der gesammte homogene Plasmakörper der spindelförmigen Spore aus seiner Kieselhülle heraus, zog sich kugelig zusammen und blieb regungslos vor der entleerten Hülle liegen (Fig. 17, 20). Die herausgeschlüpfte Plasmakugel war vollkommen homogen und structurlos, nur von äusserst feinen (bei 500maliger Vergrösserung noch nicht messbaren) Körnchen durchsetzt. Von einem Kerne und ebenso von einer Vacuole war auch bei Anwendung verschiedener Reagentien keine Spur wahrzunehmen. Die nackte Spore war in der That eine gänzlich structurlose Sarcodekugel. Auch an der entleerten Kieselmembran war keinerlei Structur wahrzunehmen. Sowohl in Flüssigkeit als getrocknet bei stärkster Vergrösserung und schiefer Beleuchtung betrachtet, zeigte die dünne Kieselhülle keinerlei Oberflächenzeichnung oder sonstige Differenzirung. Ob das enge Loch, durch welches die nackte Spore oder Keimcytode aus ihrer Kieselhülle hervortritt, praeexistirt, oder erst vor dem Durchbruch von dem Plasma (durch Auflösung der Kieselhülle an der Spitze) gebildet wird, ob dieses Loch an beiden Enden der spindelförmigen Sporenmembran oder nur an einem Ende, und ob es in letzterem Falle an inneren (centralen) oder äusseren (peripherischen) Ende der radial gestellten Kieselspindel sich findet, vermochte ich nicht zu entscheiden.

Ein paar Stunden, nachdem der Plasmakörper des Myxastrum aus seiner spindelförmigen Kieselhülle hervorgeschlüpft ist, bleibt er regungslos als nackte Plasmakugel vor der leeren Hülle liegen. Dann wird seine gesammte, bisher glatte Oberfläche feinstachelig (Fig. 21). Diese Stacheln sind weiter Nichts, als radiale Fortsätze des Plasma, welche sich allmählich länger ausziehen und schliesslich den Durchmesser der centralen Plasmakugel erreichen und selbst übertreffen (Fig. 22). Bald bemerkt man nun auch, dass die Körnchen der centralen Sarcodemasse in diese strahligen Pseudopodien übergehen, und dass dasselbe Spiel der Körnchencirculation beginnt, wie ich es oben an dem erwachsenen Myxastrum beschrieben habe. Auch bleiben nun schon kleine fremde Körperchen, welche zufällig mit den Pseudopodien in Berührung kamen, an diesen hängen, und werden langsam in die centrale Leibesmasse hineingezogen, um dort assimilirt zu werden. Offenbar liegt nun in diesen kleinen Strahlenkugeln von 0,08 Mm. Durchmesser bereits die Form des 30—50 mal grösseren ausgebildeten Myxastrum vor, und letztere kann sich durch einfaches Wachsthum aus der ersteren entwickeln. Besondere Differenzirungsprocesse oder überhaupt andere Veränderungen als das einfachste Wachsthum sind dazu nicht mehr nöthig. An einzelnen der kleinen actinophrysähnlichen Keime, welche Nahrung aufgenommen hatten, waren auch bereits hier und da spärliche Verästelungen und Anastomosen der radialen Pseudopodien wahrzunehmen. Dagegen kamen ebenso wie bei dem erwachsenen Myxastrum weder Vacuolenbildung noch Differenzirung von Kernen in dem durchaus homogenen Plasmakörper vor.

Unter natürlichen Verhältnissen bleibt das encystirte Myxastrum wahrscheinlich lange Zeit liegen, ehe seine Cystenmembran aufgelöst oder gesprengt, und damit der erste Anlass zur weiteren Entwickelung der spindelförmigen Kieselsporen gegeben wird. Offenbar wäre auch bei den beobachteten Cysten diese Entwickelung noch nicht eingetreten, wenn ich nicht künstlich die Cystenhülle gesprengt hätte.

Myxastrum radians ist, wie aus der vorhergehenden vollständigen Schilderung seines Generationscyclus oder seines individuellen (biontischen) Entwickelungskreises hervorgeht, ein Moner, welches gleich den Protomyxen, Protomonaden und Vampyrellen während seines individuellen Lebenslaufes in zwei ganz verschiedenen Zuständen erscheint, einem ruhenden und einem freibeweglichen Zustande. Im freibeweglichen Zustande, während dessen die Ernährung geschieht, gleicht Myxastrum sehr einer echten Actinophrys (sol) und unterscheidet sich wesentlich nur durch Mangel jeder Vacuolenbildung. Im ruhenden Zustande dagegen, während dessen die

Fortpflanzung stattfindet, stellt Myxastrum eine kugelige Cyste dar, deren homogener Plasmainhalt durch Strahltheilung (Diradiatio)[1]) in eine Anzahl von spindelförmigen ruhenden Sporen zerfällt. Jede Spore scheidet eine Kieselhülle aus und gleicht dann einer Navicula (ohne Kern!). Wenn der Ruhezustand wieder in den freibeweglichen Zustand übergeht, berstet die Cystenhülle; die Sporen schlüpfen aus ihrer Kieselmembran heraus und gestalten sich sofort wieder zu einem kugeligen strahlenden actinophrysähnlichen Plasmakörper, welcher durch einfaches Wachsthum in die Form des erwachsenen Myxastrum übergeht.

II. 3. Myxodictyum sociale.

(Hierzu Taf III, Fig. 31—33.)

Während meiner Rückreise von den canarischen Inseln verweilte ich in der zweiten Hälfte des März 1867 zehn Tage in der kleinen spanischen Stadt Algesiras, welche Gibraltar gegenüber an dem westlichen Ufer der reizenden Bai von Algesiras liegt. Ich hoffte hier einige von den reichen pelagischen Thierschwärmen anzutreffen, welche zu verschiedenen Zeiten in der Meerenge von Gibraltar beobachtet worden sind. Jedoch zeigte sich von der erwarteten Fülle von Seethieren Nichts, ausser einigen Physalien, Velellen und anderen pelagischen Hydromedusen, trotzdem ich täglich mit meiner Barke die Bai nach allen Richtungen durchsuchte. Auch die Ergebnisse der pelagischen Fischerei mit dem feinen Netz waren sehr dürftig. Der dadurch aufgebrachte Mulder bestand wesentlich aus kleinen Medusen (Eucopiden), und aus grossen Mengen von Noctiluca, von Acanthometren und von polycyttarien Radiolarien (Collozoum, Sphaerozoum, Collosphaera und Siphonosphaera.[2])

Um die Acanthometren, welche an einigen Tagen ziemlich häufig waren, in ganz unverletztem Zustande zu untersuchen und die Bewegungserscheinungen an ihren Pseudopodien zu verfolgen, schöpfte ich mehrfach unmittelbar mit Gläsern Wasser von der Oberfläche des Meeres, und nachdem dasselbe einige Zeit ruhig gestanden hatte, schöpfte ich wiederum die Oberfläche des im Glase stehenden Wassers mit einem

---

1) Generelle Morphologie, Vol. II, p. 42, 70.

2) Das merkwürdigste unter den dort gefundenen Polycyttarien war eine Siphonosphaera mit verästelten Kieselröhren auf der Oberfläche der kugeligen Gitterschale, welche desshalb S. cladophora heissen kann. Eine ähnliche Form hatte ich schon auf den canarischen Inseln beobachtet. Ich werde diese und die übrigen dort beobachteten Radiolarien an einem anderen Orte ausführlich beschreiben.

flachen, ganz untergetauchten Uhrgläschen ab. Diese Methode, welche allerdings einige Geduld und Vorsicht erfordert, ist sehr zu empfehlen, wenn man die Sarcodebewegung an den Pseudopodien kleiner Radiolarien und die wirkliche Körnchenbewegung in den Sarcodeströmen an ganz unberührten, unverletzten und frischen Objecten beobachten will. Neben mehreren Acanthometren und Ommatiden, welche ich auf diese Weise erhielt, führte mir ein günstiger Zufall auch das merkwürdige rhizopodenartige Moner zu, welches ich im Folgenden als Myxodictyum sociale beschreiben will.

Als ich bei mässiger Vergrösserung den Focus des Mikroskops auf die Oberfläche des Wasserspiegels einstellte, auf welcher die Acanthometren flottirten, bemerkte ich eine Gruppe von kleinen dicht beisammen liegenden rundlichen strahlenden Körperchen, deren jedes wie eine kleine Actinophrys aussah. Bei 400 maliger Vergrösserung zeigte diese Gruppe das Bild, welches in Fig. 31 dargestellt ist.

Auf einem Stück des Wasserspiegels, der ungefähr einem Kreise von 0,35 Mm. Durchmesser entsprach, zeigte sich eine Gruppe von siebzehn durchsichtigen feinpunctirten strahlenden Körperchen, deren jedes ungefähr das Aussehen einer flach ausgebreiteten Actinophrys sol oder eines Trichodiscus hatte. Jedes Körperchen strahlte zahlreiche feine verästelte und anastomosirende Fäden aus, welche mit denen der benachbarten Körperchen sich vereinigten. An den Fäden war die charakteristische Körnchenströmung, das Entstehen und Vergehen von Aesten und Anastomosen zu beobachten, welche die Pseudopodien der echten Rhizopoden auszeichnen, und die Körnchenströmung ging von einem Körperchen auf die anderen über (Fig. 31).

Jedes einzelne von den siebzehn auf diese Weise verbundenen actinophrysähnlichen Körperchen stellte eine vollkommen structurlose Scheibe von 0,03—0,04 Mm. Durchmesser dar, und war von den benachbarten durch einen ebenso grossen oder höchstens zwei bis drei mal so grossen Zwischenraum getrennt. Jedes Körperchen erschien in seiner ganzen Masse aus einer durch und durch homogenen Substanz gebildet. einem festflüssigen Plasma, welches sich ganz wie die Sarcode der Protomyxa oder der Radiolarien verhielt. Von irgend welcher Structur oder Differenzirung war in diesem schleimigen Eiweisskörper so wenig als bei Protomyxa eine Spur wahrzunehmen; namentlich fehlte völlig ein Unterschied zwischen einer festeren Rindenschicht und einem weicheren Markplasma; Vacuolen schienen ganz zu fehlen. Die sehr feinen, grösstentheils unmessbar feinen Körnchen, welche in der vollkommen homogenen Grundsubstanz zerstreut waren, befanden sich fast beständig in langsamer Bewegung. Einige eingestreute grössere Körnchen liessen sich

sehr schön auf ihrer Wanderung durch die Masse des Körpers hindurch, auf den Pseudopodien, ihren Zweigen und Anastomosen, und von einem Körperchen zum anderen verfolgen. Die Strömung der Sarcode war ziemlich langsam, bei weitem nicht so rasch, als bei Protomyxa und bei Protogenes, aber auch nicht so langsam, als bei Myxastrum. Man konnte ganz deutlich sehen, wie die grösseren Körnchen auf einzelnen Pseudopodien der in der Peripherie gelegenen Körperchen von der Plasmaströmung bis zur Spitze der äusserst feinen Fäden geführt wurden, hier umkehrten und wieder zurückliefen oder durch eine plattenförmige Anastomose auf einen anderen benachbarten Faden übertraten. Führte dieser Faden durch Anastomose mit dem Faden eines benachbarten Körperchens in die Substanz des letzteren hinüber, so konnte man das Körnchen in diese übertreten sehen. Von hier konnte dasselbe wieder auf ein anderes Körperchen übergehen und so fort. Kurz es stellte sich bei andauernder Beobachtung als unzweifelhaft heraus, dass der ganze zusammenhängende Plasmakörper aus einem einzigen grossen, völlig homogenen Sarcodenetz bestand, und dass die siebzehn einzelnen strahlenden Plasmakörperchen gewissermassen nur stärkere Anhäufungen von Sarcodemasse in den Knotenpuncten dieses Netzes waren. Die Maschen des Netzes waren polygonal, meistens fünf- oder sechseckig, von 0,01—0,02 Mm. mittlerem Durchmesser, übrigens ganz formunbeständig. Während einzelne Pseudopodien neue Aestchen aussendeten und diese durch Verschmelzung mit benachbarten Fäden wahre Anastomosen bildeten, wurden an anderen Stellen grössere Maschen dadurch hergestellt, dass der Sarcodezufluss von einzelnen Fäden her aufhörte, und nun mitten im Verlaufe eines Stromes eine Unterbrechung entstand. Der centrale Theil eines solchen unterbrochenen, gleichsam durchschnittenen Fadens wurde in die sich verdickende Basis desselben zurückgezogen, wogegen der peripherische Theil in das Stromgebiet des benachbarten Fadens hinüber gezogen wurde. Neben den feinen Körnchen circulirten entlang der Fäden auch kleine fremde Körperchen, welche zufällig an die Oberfläche der Fäden geriethen, hier haften blieben und nun von der Sarcodeströmung ergriffen und mit fortgeführt wurden. Dass die Sarcode thatsächlich eine festflüssige Substanz ist, und dass die in derselben suspendirten Körnchen und fremden Körperchen wirklich von dem flüssigen und ewig wechselnden Plasmastrome mit fortgeführt werden, liess sich bei Myxodictyum ebenso sicher als bei Protogenes und bei den echten Rhizopoden (Acyttarien und Radiolarien) beobachten.

Aller Wahrscheinlichkeit nach geschieht auch die Nahrungsaufnahme bei Myxodictyum ganz ebenso wie bei den letztgenannten

Protisten. Allerdings waren bei dem einzigen Exemplare, welches ich in Algesiras beobachtete, und welches ich nur einige Stunden verfolgen konnte, keine grösseren fremden Körperchen, wie etwa pelagische Diatomeen, Peridinien etc. innerhalb der Plasmasubstanz wahrzunehmen. Allein auch bei echten Rhizopoden, sowie bei Protogenes und Myxastrum fehlen bisweilen, selbst wenn kurz vorher reichliche Nahrungsaufnahme stattgefunden, alle fremden Körperchen, sobald nämlich die unverdaulichen Bestandtheile bereits wieder ausgestossen sind. Die grosse Anzahl der circulirenden Körnchen in dem Plasmaleibe von Myxodictyum schien auf reichliche, kurz zuvor stattgehabte Nahrungsaufnahme hinzudeuten, und es ist kein Grund vorhanden, die genannten Phänomene hier anders, als bei Myxastrum, bei Protomyxa und den echten Rhizopoden zu deuten.

Das Bild, welches der merkwürdige netzförmige Sarcodeleib von Myxodictyum sociale bei starker (400maliger) Vergrösserung gewährt (Fig. 31), erinnert auffallend an das ganz ähnliche Bild, welches ein Polycyttar oder sociales Radiolar (z. B. Collozoum, Collosphaera) bei schwächerer Vergrösserung darbietet.[1] Die siebzehn einzelnen strahlenden Sarcodescheiben, welche in den Maschen des Netzes liegen, entsprechen den einzelnen Centralkapseln (morphologischen Individuen) der Polycyttarien-Colonie. Man denke sich aus einem Collozoum-Stocke die Centralkapseln, die Alveolen, welche das Sarcodenetz tragen, und die gelben Zellen, welche darin zerstreut sind, entfernt, und man hat vollständig das Bild des Myxodictyum vor sich.

Für die morphologische Deutung des Myxodictyum ist diese Vergleichung von Wichtigkeit. Denn offenbar entspricht der ganze Körper nicht einem einzigen einfachsten Individuum, sondern einer Moneren-Colonie. Die siebzehn einzelnen, sternförmigen und strahlenden actinophrysähnlichen Plasmakörperchen sind ebenso viele morphologische Individuen erster Ordnung, und das ganze Plasmanetz ist trotz seiner absoluten Einfachheit bereits eine Individualität höherer (zweiter) Ordnung. Es ist gewissermassen eine coloniebildende Actinophrys oder Protogenes. Strenger morphologisch ausgedrückt ist jeder der siebzehn nackten homogenen Plasmasterne eine Gymnocytode, und der ganze Körper ein einfachstes Individuum zweiter Ord-

---

[1] Vergleiche die Abbildungen von Sphaerozoum italicum (Taf. XXXIII, Fig. 1) und von Collozoum inerme (Taf. XXXV, Fig. 13) in meiner Monographie der Radiolarien.

nung oder ein Organ diesen Ausdruck rein morphologisch genommen, wie ich ihn in meiner Tectologie angewandt habe).

Da ähnliche Moneren-Colonieen bisher noch nicht bekannt geworden sind, so wäre es von hohem Interesse gewesen das Myxodictyum längere Zeit hindurch zu beobachten und namentlich die Fortpflanzungsweise, sowie einen etwaigen Uebergang in einen Ruhezustand, oder möglicherweise auch in einen anderen Organismus festzustellen. Leider war es mir nicht möglich, hierüber in wünschenswerther Weise sichere Aufschlüsse zu erlangen. Doch beobachtete ich während der wenigen Stunden, in denen sich das Myxodictyum in meinem Glase befand, wenigstens eine Veränderung.

Nachdem ich die in Fig. 31 abgebildete Zeichnung von Myxodictyum entworfen und die Bewegungsphänomene der Sarcode hinreichend beobachtet hatte, um ihre Identität mit derjenigen der Rhizopoden festzustellen, setzte ich das Gläschen bei Seite, um einige Acanthometren, die ich gleichzeitig gefangen hatte, zu zeichnen. Drei Stunden später brachte ich das Uhrschälchen mit dem Myxodictyum wieder unter das Mikroskop. Immer noch lag das Schleimnetz in der vorhin beschriebenen Form an der Oberfläche des Wasserspiegels, und die langsame Strömung der Sarcode dauerte ununterbrochen fort. Nur hatten sich die einzelnen actinophrysartigen Körper etwas weiter von einander entfernt, etwa um das Dreifache bis Vierfache ihres Durchmessers; die Maschen des Netzes erschienen grösser und der Umriss der ganzen Gruppe, welcher vorher nahezu kreisrund gewesen war, mehr unregelmässig fünfeckig, zugleich in einer Richtung etwas verlängert. Bei genauerem Zusehen bemerkte ich, dass nur noch fünfzehn Individuen in dem Netze vorhanden waren. Zuerst vermuthete ich, dass vielleicht die zwei fehlenden Individuen mit zweien von den übrigen zusammengeflossen und verschmolzen seien. Jedoch stellte sich bei Durchmusterung des ganzen Schälchens bald heraus, dass dieselben sich einzeln von der Colonie abgelöst hatten, und isolirt am Rande des Uhrgläschens auf dem Wasserspiegel schwammen. Jedes der beiden Körperchen hatte einen fast kreisrunden Umriss, strahlte rings einen reichen Kranz von verästelten und anastomosirenden Pseudopodien aus, und glich einer Actinophrys sol ohne contractile Blase (Fig. 33).

Möglicherweise giebt diese Beobachtung einen Fingerzeig über die Fortpflanzung des Myxodictyum. Es ist denkbar, dass diese Moneren-Stöcke sich einfach dadurch fortpflanzen, dass von Zeit zu Zeit sich einzelne Individuen von der Peripherie der Moneren-Gemeinde ablösen. Diese können dann eine neue Colonie entweder dadurch bilden, dass das einfache Individuum durch Theilung in mehrere zerfällt, welche

mittelst ihrer Pseudopodien-Anastomosen vereinigt bleiben; oder dadurch, dass an einzelnen Stellen (Knotenpuncten) des peripherischen Netzes ein stärkerer Zufluss und eine Anhäufung von Sarcode erfolgt, und dass diese peripherischen Plasmaklümpchen sich allmählich centralisiren und den individuellen Formwerth des centralen Mutterkörpers erlangen. So kann die Fortpflanzung dieser Myxodictyen in der einfachsten Weise erfolgen, ohne dass Ruhezustände einzutreten brauchen, und dann würde sich diese Monerenform unmittelbar an Protogenes anschliessen.

Andererseits ist es jedoch auch leicht möglich, dass die Ablösung der beiden Individuen von dem beobachteten Netze mehr zufällig geschah und nicht die Bedeutung eines Fortpflanzungsactes hatte. Leider konnte ich das merkwürdige Moner nicht weiter verfolgen. Denn bei dem Versuche, dasselbe aus dem flachen Uhrschälchen, in welchem es sehr unbequem mit stärkerer Vergrösserung zu beobachten war, auf einen passenderen Objectträger zu übertragen, floss unglücklicherweise ein grosser Theil des Wassers sammt dem Myxodictyum am Rande ab, und das Unicum verunglückte. Es muss daher künftigen Beobachtern vorbehalten bleiben, die Naturgeschichte dieses wunderbaren Organismus vollständiger zu ergründen.

II. 4. Protamoeba primitiva.

(Hierzu Taf. III, Fig 25—30).

Von den echten Amoeben (den Autamoeben) welche stets einen Kern und meistens auch eine Vacuole oder selbst eine constante contractile Blase besitzen, sind diejenigen amoebenartigen Organismen wohl zu unterscheiden, bei denen sowohl Kern als contractile Blase fehlen, und bei denen der ganze Körper aus einer vollkommen homogenen und structurlosen Masse besteht. Solche absolut einfache Amoeben, die einfachsten, die überhaupt denkbar sind, treten z. B. als vorübergehende Jugendzustände im Entwickelungskreise der Gregarinen auf, in deren Navicula-ähnlichen Keimkörnern, den sogenannten Pseudonavicellen sie sich entwickeln. Aber auch als selbstständige, in dieser einfachsten Form verharrende und sich fortpflanzende Organismen, — wenn man will, als »gute Species« — treten solche ganz einfache Amoeben auf, und ich habe in meiner generellen Morphologie vorgeschlagen, dieselben als »Protamoeba« ganz von den echten, offenbar schon viel höher differenzirten Amoeben zu trennen (Vol. I, p. 133). Da ich an letzterem Orte diese Protamoeba nur beiläufig erwähnt und ausserdem noch Nichts über dieselbe veröffentlicht habe, so will ich hier.

im Anschluss an die vorher beschriebenen Moneren, eine kurze Darstellung derselben folgen lassen.

Die in Fig. 25—30 abgebildete Protamoeba primitiva beobachtete ich zum ersten Male in Jena im Sommer 1863, in Wasser, welches ich aus einem kleinen Tümpel im Tautenburger Forste (Dornburg gegenüber auf dem rechten Saalufer) geholt hatte. Der Boden dieses flachen kleinen Tümpels ist dicht mit abgefallenem vermodernden Buchenlaub bedeckt und in dem feinen braunen Schlamme, zwischen den vermodernden Blättern, fand ich die kleine Protamoeba, das erste Moner, welches mir überhaupt zu Gesicht kam.

Wenn man Protamoeba primitiva unmittelbar aus dem feinen Schlamm, in welchem sie umherkriecht, unter das Mikroskop bringt und somit energischer Lichteinwirkung aussetzt, so erscheint sie gewöhnlich als eine vollkommen homogene Plasmakugel von 0,03—0,04 Mm. Durchmesser. Nach einiger Zeit beginnt sich diese Kugel langsam abzuflachen; ihr Durchmesser nimmt zu (bis zu 0,06 Mm.) und gleichzeitig wird ihr kreisrunder Umriss unregelmässig. Bald beginnt dann an einer, bald gleichzeitig an mehreren Stellen ein stumpfer, kegel- oder warzenförmiger Fortsatz vorzutreten. Indem dieser sich verlängert, streckt, und einen Theil der übrigen Leibesmasse nach sich zieht, geht der unregelmässig rundliche Umriss in einen birnförmigen über, oder, wenn mehrere Pseudopodien zugleich vortreten, in einen sternförmigen. Selten waren mehr als fünf oder sechs warzenförmige Fortsätze im Umkreise des scheibenförmig abgeplatteten Körpers zu sehen. Die Fortsätze oder Pseudopodien bleiben immer kurz und einfach. Höchstens erreicht ihre Länge ungefähr den Durchmesser des übrigen Körpers. Niemals verästeln sie sich; niemals verschmelzen zwei benachbarte Pseudopodien mit einander (Fig. 25, 26). Die Bewegungen der Protamoeba primitiva, das Ausstrecken und Einziehen der an Zahl, Form und Grösse beständig wechselnden, obwohl immer einfachen Fortsätze geschieht sehr langsam. Sie unterscheidet sich dadurch wesentlich von der, von Auerbach[1]) beschriebenen Amoeba limax, welche ihr im Uebrigen von allen bekannten Amoebenformen am ähnlichsten ist, (abgesehen natürlich vom Mangel des Kerns und der contractilen Blase).

Der ganze Körper der Protamoeba primitiva ist absolut structurlos und homogen. Namentlich ist eine Differenzirung in eine dichtere aussere und eine weichere innere Sarcodemasse nicht vorhanden.

1) Auerbach, Ueber die Einzelligkeit der Amoeben. Zeitschr. für wiss. Zool. 1856, Vol. VII, p. 412, Taf. XXII, Fig. 11—16.

Bei den meisten, vielleicht bei allen echten Amoeben ist eine solche Differenzirung wahrnehmbar. Man kann gewöhnlich leicht die festere, äussere, homogene, nicht körnige Rindenschicht (Ectosark) von dem dünner flüssigen, körnchenreichen Innenparenchym (Endosark) unterscheiden. Bald gehen diese beiden Schichten unmerklich in einander über, indem das Ectosark schichtenweise nach innen immer weicher und flüssiger wird; bald erscheinen beide ziemlich scharf geschieden, so dass man selbst die äussere als Membran bezeichnen kann (Auerbach). Bei den Protamoeben ist von dieser Sonderung des Plasma in Ectosark und Endosark durchaus Nichts wahrzunehmen, auch nicht bei der Behandlung mit chemischen Reagentien. Der ganze Leib ist vielmehr aus einer und derselben gleichartigen Substanz gebildet, welche ziemlich zähflüssig und dicht ist, und die gewöhnlichen mikrochemischen Reactionen des Eiweisses (Plasma) liefert.

Bei einigen Protamoeben ist die Sarcodemasse des Körpers ganz klar und hyalin, bei anderen dagegen durch eine grössere oder geringere Anzahl von farblosen, dunkeln, fettglänzenden Körnchen getrübt, welche in Essigsäure unlöslich sind. Die meisten dieser Körnchen sind sehr fein, wenige gröber und von messbarer Dicke. Die wechselnde Zahl und Grösse der Körnchen, der völlige Mangel bei den einen, der Ueberfluss daran bei den andern Individuen ist wahrscheinlich, wie bei den übrigen Moneren und bei den Rhizopoden, von dem Stoffwechsel, von der grösseren oder geringeren Menge der aufgenommenen Nahrung und der assimilirten Bestandtheile abhängig.

Die Nahrungsaufnahme unmittelbar durch die Pseudopodien zu beobachten, gelang mir bei Protamoeba nicht. Dagegen konnte ich experimentell das Eindringen fester Körperchen in ihren homogenen Sarcodeleib nachweisen, indem ich ein wenig sehr fein zertheilten Indigo dem umgebenden Wasser zusetzte. Einige Stunden später hatten zahlreiche Protamoeben einzelne oder mehrere Indigokörnchen in ihr Inneres aufgenommen. Wahrscheinlich waren auch die oben erwähnten feinen Körnchen, wenigstens zum Theil, ebenso aus dem umgebenden feinen Schlamm in das Innere des Körpers eingedrungen. Jedenfalls erfolgt die Aufnahme dieser festen Körperchen ebenso wie bei den echten Amoeben und wie bei den amoebenartigen Blutzellen der Thiere, vermittelst der eigenthümlichen Bewegung der Pseudopodien, ohne dass irgend eine bleibende Oeffnung oder Höhlung in der soliden Schleimmasse des Körpers vorhanden wäre.

Schon als ich 1863 die Protamoeba zum ersten Male beobachtete, schloss ich auf eine einfache Vermehrung derselben durch Theilung, da die Zahl der in einem kleinen Gläschen gehaltenen Individuen

innerhalb weniger Tage sich auffallend vermehrte, ohne dass irgend welche Veränderungen oder der Uebergang in einen Ruhezustand an diesen einfachsten Organismen wäre zu beobachten gewesen. Als ich zwei Jahre später in demselben Gewässer bei Jena die Protamoeba nochmals fand, versuchte ich durch anhaltende Beobachtung einzelner Individuen die Art und Weise der Vermehrung unmittelbar festzustellen, und dies gelang in der That. Mehrere Protamoeben zeigten in der Mitte ihres Körpers eine flachere oder tiefere Einschnürung, so dass derselbe mehr oder weniger biscuitförmig wurde (Fig. 27). Die Einschnürung blieb dauernd, unbeschadet der Formveränderungen, welche jede der beiden Körperhälften ausführte; sie wurde zusehends tiefer (Fig. 28, 29). Endlich gelang es mir bei zwei Individuen, welche ich lange Zeit andauernd verfolgt hatte, den wirklichen Durchbruch der eingeschnürten Stelle und die völlige Trennung der beiden Theilungshälften unmittelbar zu constatiren (Fig. 30 A, B). Jede Hälfte rundete sich alsbald ab und setzte dann die früheren langsamen Bewegungen ununterbrochen fort. Es war also nun hier bei der Protamoeba die einfachste Form der ungeschlechtlichen Fortpflanzung, die durch Theilung, constatirt, und zwar ohne dass ein Ruhezustand eingetreten wäre. Offenbar dürften gleiche Moneren, wie die Protamoeba primitiva, bei der Hypothese der Archigonie oder Urzeugung in erster Linie in Betracht zu ziehen sein.

III. Bemerkungen zur Protoplasma-Theorie.

Die so eben beschriebenen Moneren, Protomyxa, Myxastrum, Myxodictyum, Protamoeba, ebenso der früher (l. c.) von mir beschriebene Protogenes, und die von Cienkowski beobachteten Protomonas und Vampyrella stimmen sämmtlich darin überein, dass ihr gesammter Körper im vollkommen ausgebildeten und frei beweglichen Zustande aus einer vollkommen structurlosen, durch und durch homogenen Substanz besteht. Diese Substanz zeigt in jeder chemischen und physikalischen Beziehung die Eigenschaften einer festflüssigen Kohlenstoffverbindung aus der Gruppe der Albumine oder Eiweisskörper (Proteine). Sie ist identisch mit der Substanz, welche als Plasma oder Protoplasma den contractilen lebendigen Körper aller organischen Plastiden, aller Zellen und Cytoden von Thieren, Protisten und Pflanzen bildet. Zum Unterschiede von dem eingekapselten, in Zellmembranen oder Cytodenschläuche eingeschlossenen Protoplasma kann man das freie, ohne schützende Hülle mit der umgebenden Aussenwelt in Berührung stehende Plasma mit dem von Dujardin dafür gebrauchten

Namen Sarcode belegen. Nur darf man dann nicht vergessen, dass die nackte Sarcode wesentlich dieselben Eigenschaften besitzt, wie das umhüllte Protoplasma, und dass zum Beispiel bei den oben beschriebenen Protomyxen und Myxastren, und ebenso bei den Protomonaden und Vampyrellen die Sarcode in Protoplasma umgetauft werden muss, sobald sich jene Moneren encystiren und mit einer Hüllmembran umgeben, sobald die Gymnoplastiden in Lepoplastiden übergehen.

In der unbestreitbaren Thatsache, dass bei den oben erwähnten Organismen wirklich der ganze Körper (in vollkommen ausgebildetem Zustande!) einzig und allein aus festflüssigem structurlosem Protoplasma besteht, und dass diese einzige homogene Materie, als das active Substrat aller Lebensbewegung, ohne Mitwirkung anderer Theile, alle wesentlichen Lebensthätigkeiten: Ernährung und Fortpflanzung, Bewegung und Reizbarkeit, vollzieht, erblicke ich Grund genug zu dem in meiner generellen Morphologie gethanen Schritt, diese Organismen als Moneren allen übrigen entgegenzustellen. Denn offenbar stehen dieselben unter allen Organismen auf der tiefsten Stufe, und stellen nicht nur den thatsächlich einfachsten, sondern auch den denkbar einfachsten Zustand der selbstständig lebenden Materie dar. Wie nun aber einerseits diese merkwürdigen Moneren an sich vom höchsten Interesse sind, so verdienen sie andrerseits die allgemeinste Theilnahme durch die unschätzbare Bedeutung, welche sie für eine mechanische Erklärung der Lebenserscheinungen, und für eine monistische Erklärung der gesammten organischen Natur überhaupt besitzen.

Als eine der grössten und folgenreichsten Errungenschaften der neueren Biologie darf wohl die Protoplasmatheorie oder Sarcodetheorie bezeichnet werden, die Lehre, dass der eiweissartige Inhalt der thierischen und pflanzlichen Zellen, (oder richtiger ihr »Zellstoff«) und die frei bewegliche Sarcode der Rhizopoden, Myxomyceten, Protoplasten etc. identisch sind, und dass hier wie dort diese Albuminmaterie das ursprüngliche active Substrat aller Lebenserscheinungen ist.

Nachdem diese Lehre in ihren Grundzügen schon 1850 von Cohn[1]) und 1855 von Unger[2]) angedeutet wurde, ist sie von Max Schultze 1858 weiter ausgeführt und endlich 1860 vollständig begründet worden.[3])

---

1) F. Cohn, Nachträge zur Naturgeschichte des Protococcus pluvialis. Nova Acta Ac. Leop. Carol. Vol. XXII, pars 2, p. 605. 1850.

2) Unger, Anatomie und Physiologie der Pflanzen 1855. (p. 280, 282).

3) Max Schultze, »Ueber innere Bewegungs-Erscheinungen bei Diatomeen,« in Müller's Archiv, 1858, p. 330.

Ich selbst war seit einer Reihe von Jahren bemüht, durch zahlreiche Beobachtungen diese Theorie zu stützen und zu erweitern.[1]) Durch keine Erscheinungen wird die Richtigkeit dieser Theorie in so hohem Maasse und zugleich auf eine so einfache und unwiderlegliche Art bewiesen, als durch die Lebenserscheinungen der Moneren, durch die Vorgänge ihrer Ernährung und Fortpflanzung, Reizbarkeit und Bewegung, welche sämmtlich von einer und derselben einfachsten Substanz, einem wahren »Uhrschleime« ausgehen.

Die Protoplasmatheorie dürfte heutzutage beinahe als allgemein anerkannt angesehen werden, wenn nicht seit sechs Jahren von einer Seite her beständig energischer Widerspruch gegen diese »Irrlehre« erhoben worden wäre. Da keinerlei irgend beweiskräftige Gründe gegen dieselbe jenen Widerspruch rechtfertigen, so würden wir denselben hier auf sich beruhen lassen, wenn nicht die äusserliche Autorität seines Trägers ihm eine scheinbare Bedeutung beilegte, und wenn nicht zufällig, gerade während ich dieses schreibe, eine ausführliche Abhandlung zur vollständigen Widerlegung der »Irrlehre von der Sarcode« veröffentlicht würde.

Der Berliner Professor der menschlichen Anatomie, Reichert, welcher 1858 durch einen wunderlichen Zufall zum Nachfolger des unsterblichen Johannes Mueller berufen wurde, versuchte seit 1862 in einer Reihe von Aufsätzen nicht allein die Protoplasmatheorie umzustürzen, sondern auch alle dieselbe stützenden bisherigen Beobachtungen über die Sarcodebewegung der Rhizopoden als grobe Irrthümer nachzuweisen. Die Strömungen der Protoplasmafäden sollten Contractionswellen solider Fasern und die von der Strömung fortgeführten Körnchen sollten »hüpfende Schlingen« jener Fasern sein. Verästelung und Anastomosenbildung der Pseudopodien sollten niemals vorkommen, sondern nur als »wunderbar mikroskopische Trugbilder die Phantasie der Beobachter ergötzt« haben u. s. w.

Diese seltsamen Behauptungen wurden von Reichert mit der grössten Bestimmtheit aufgestellt, nachdem derselbe kaum einige Wochen

---

Max Schultze, Ueber Cornuspira Archiv für Naturgesch. 1860, p. 287).

Derselbe, Ueber Muskelkörperchen und das was man eine Zelle zu nennen habe. Reichert und Du Bois-Reymond's Archiv, 1861. p. 1.

Derselbe, Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen Leipzig, 1863

1) Ernst Haeckel, Monographie der Radiolarien. Berlin, 1862. p. 89—116.

Derselbe, Ueber den Sarcodekörper der Rhizopoden, in Zeitschr. für wissenschaftl. Zool XV. Bd., 1865. p. 342, Taf. XXVI.

Derselbe. Generelle Morphologie der Organismen, Vol I, p. 269—289.

hindurch in Triest »eine nicht näher bestimmte Species von Miliola und Rotalia« untersucht hatte. Und darauf hin erklärte derselbe, dass alle bisherigen Beobachter der Rhizopoden sich betreffs deren Organisation im gröbsten Irrthum befunden hätten! Unter diesen Beobachtern befinden sich in erster Linie Dujardin, Max Schultze, Huxley, Claparède, Krohn, Johannes Müller, Naturforscher von anerkanntem Ruf, welche sich mit der Beobachtung der Rhizopoden monatelang, zum Theil jahrelang beschäftigt hatten. Und diese alle sollen also »durch ein wunderbares Naturspiel« auf das Gröbste getäuscht sein«!

In meinem Aufsatze »über den Sarcodekörper der Rhizopoden« habe ich die vollständige Nichtigkeit von Reichert's Behauptungen und die Verkehrtheit seiner Darstellungen klar dargelegt und zugleich die historischen Verhältnisse dieses seltsamen Conflictes auseinander gesetzt.[1]) Indessen hat sich dadurch Reichert nicht abschrecken lassen, seine Publicationen über diesen Gegenstand fortzusetzen, und in einem Aufsatze »über die contractile Substanz« in eigenthümlicher Weise zu metamorphosiren.[2]) Durch welche Verstösse und Verdrehungen sich diese angebliche Rechtfertigung (in der That aber Umgestaltung) seiner früheren Ansichten auszeichnet, hat bereits Max Schultze in seinem Aufsatze »Reichert und die Gromien« gezeigt.[3])

Soeben erscheint nun eine umfangreiche Abhandlung von Reichert »über die contractile Substanz (Sarcode, Protoplasma) und ihre Bewegungs-Erscheinungen«,[4]) welche die letzterwähnte Publication weiter ausführt, und welche zu den erstaunlichsten Erzeugnissen der neueren zoologischen Literatur gehört. Man glaubt sich beim Lesen derselben ungefähr um ein halbes Jahrhundert zurückversetzt. Unter Anderen werden den Coelenteraten die Epithelialzellen abgesprochen und die beiden epithelialen Bildungshäute (Ectoderm und Entoderm) aus denen nach den übereinstimmenden Beobachtungen aller neueren Naturforscher die Coelenteraten sich entwickeln, rundweg geleugnet! Sodann wird noch immer mit der grössten Hartnäckigkeit die Existenz von nackten, membranlosen Zellen geleugnet, obwohl nun schon seit vielen Jahren so zahlreiche Beobachtungen jene bestrittene Existenz bezeugen, dass der nackte (kernhaltige) Plasmaklumpen als der ursprüngliche Zustand der allermeisten Zellen angesehen werden kann und die Membran immer erst als secundäre Bildung

---

1) Zeitschrift für wissensch. Zool. Bd. XV, 1865, p. 342.

2) Monatsberichte der Berlin. Akad. 1865, p. 491.

3) Max Schultze, Archiv für mikrosk. Anat. Vol. II, 1866, p. 140.

4) Abhandl. der Berlin. Akad. 1867, p. 151—293.

erscheint. Ferner ist dazwischen von »kieselförmigen Geschöpfen« (wahrscheinlich Diatomeen?) die Rede[1], u. s. w. Alle diese Ungeheuerlichkeiten berühren uns hier nicht, wohl aber die Art und Weise, in welcher REICHERT das Hauptthema behandelt und die Sarcodetheorie verdreht; diese verlangt hier nothwendig eine entschiedene Abfertigung. Ich will mich dabei möglichst kurz fassen und die Hauptpuncte des Streites in den Vordergrund stellen.

In seinen oben erwähnten Aufsätzen, welche »die Irrlehre von der Sarcode klar und unzweideutig an den Tag legen« sollten, concentrirte REICHERT unter den mannichfaltigsten Wendungen seinen vernichtenden Angriff in folgenden Behauptungen: 1) die Pseudopodien sind solide contractile Fäden, welche sich niemals verästeln, 2) diese Fäden verschmelzen niemals mit einander durch wahre Anastomosen, 3) daher können auch niemals die Fäden durch häutige Platten verbunden werden, 4) die Körnchen auf den Pseudopodien sind »Schlingen, welche unter dem Bilde eines Korns auf der Oberfläche der Fäden hinhüpfen.« Vergleichen wir nun diese einzelnen Behauptungen mit seiner neuesten ausführlichen Arbeit, welche jene in allen Puncten bestätigen soll.

1) Die Verästelung der Pseudopodien. Nach REICHERT's früheren Behauptungen kommt diese niemals vor und die scheinbare Verästelung soll »durch Auf- und Ablösung eines Bündels von Pseudopodien« entstehen. Jetzt behauptet derselbe das Gegentheil, dass nämlich wirkliche Verästelung der Pseudopodien vorkommt, welche durch eine Contractionsbewegung bewirkt werde!!

2) Die Verschmelzung der Pseudopodien. Nach REICHERT's früheren Behauptungen kommt diese niemals vor, und die scheinbare Verschmelzung soll durch Aneinanderlagerung frei gewordener Fäden oder scheinbarer Aeste entstehen. Jetzt behauptet derselbe das Gegentheil, dass nämlich wirkliche Verschmelzung der Pseudopodien vorkommt, indem die Pseudopodien »selbst in kürzerer Zeit mit gleichartigen Theilen unter dem Scheine des Zusammenfliessens verwachsen«!!

3) Die Plattenbildung der Pseudopodien. Nach REICHERT's früheren Behauptungen kommt diese niemals vor, und die scheinbare Bildung der schwimmhautähnlichen Sarcodeplatten an den anastomosirenden Pseudopodien soll dadurch entstehen, »dass bei den unter einem spitzen Winkel gekreuzten und einander genäherten

1) Ebensogut als von »kieselförmigen Geschöpfen« könnte man auch von einem »schwefelförmigen Reichert« reden! Beide Ausdrücke wären gleich sinnvoll und für den klaren Geist des Berliner Anatomen bezeichnend.

Pseudopodien, oder richtiger Pseudopodien-Bündeln einzelne in ihnen enthaltene Fäden aus ihrer Lage gerückt und in dem Winkel zur Bildung einer scheinbaren Platte zusammengeschoben werden.« Jetzt behauptet derselbe das *Gegentheil*, dass nämlich *wirkliche* Plattenbildung der Pseudopodien vorkommt, und dass die »häutigen Platten der contractilen Substanz in das Sarcodenetz dadurch eingeschoben werden, dass eine Portion contractiler Substanz, aus welcher Pseudopodien entwickelt sind, die Verbindung mit dem übrigen Theile der contractilen Rindenschicht nur durch einen feinen pseudopodienartigen Faden unterhält.«!!

4) *Die Körnchenströmung der Pseudopodien.* Nach Reichert's früheren Behauptungen existiren gar keine Körnchen in der Sarcode, und die *scheinbaren* Körnchen sollen »hüpfende Schlingen der Fäden sein«! Jetzt behauptet derselbe das *Gegentheil*, dass nämlich *wirkliche* Körnchen *neben* den *scheinbaren* vorkommen, und dass diese letzteren »kleinste warzenartige Erhebungen der contractilen Substanz sind.« Wie Max Schultze schon 1863 voraussagte, hat also nun wirklich die von Reichert in Aussicht gestellte Entdeckung der wirklichen Körnchen, die allen Beobachtern der Rhizopoden seit mehr als dreissig Jahren bekannt sind, stattgefunden!!

Wie man sieht, sind Reichert's *neueste Darstellungen* in *allen Hauptpuncten genau das Gegentheil seiner früheren Behauptungen*. Diess hindert ihn jedoch nicht, ganz naiv gleich im Eingange seiner Abhandlung zu behaupten, dass er jetzt für jene die ausführlichen *Beweise* bringe, und dass er damit die Sarcodetheorie, »welche wie ein Alpdrücken jahrelang auf vielen und namhaften Naturforschern gelastet hat«, vollständig vernichtet habe. In der That, man weiss nicht, worüber man in dieser Abhandlung mehr erstaunen soll, über die unglaubliche Unkenntniss einer Masse von längst bekannten und allgemein anerkannten Thatsachen, oder über die absichtliche Missdeutung und Verdrehung der klarsten Verhältnisse, oder über die dreiste Sophistik, mit welcher die Sachlage des Streites geradezu auf den Kopf gestellt wird, und mit der der Verfasser sich den Anschein giebt, endlich die Thatsachen entdeckt zu haben, welche er früher allen übrigen Beobachtern gegenüber auf das Hartnäckigste leugnete! Für das inductive logische Schlussverfahren Reichert's ist vielleicht Nichts bezeichnender, als dass seine sämmtlichen neuen Beobachtungen, durch die er *angeblich* die Sarcodetheorie *vernichten* will (*in der That aber sie adoptirt!*) auf eine einzige *Monothalamie* (*Gromia oviformis*) sich beziehen, und dass er dadurch allein die gleiche Beschaffenheit für sämmtliche *Polythalamien* nachgewiesen

haben will! Es wäre ganz eben so logisch, wenn REICHERT behauptete, dass sämmtliche *Polythalamien* eine *einkammerige* (nicht vielkammerige) Schale besitzen; denn *Gromia* (eine *Monothalamie*) besitzt offenbar eine *einkammerige* Schale! Man könnte auch eben so gut und mit dem gleichen Rechte behaupten, dass allen placentalen Säugethieren die Placenta fehlt. Denn die Beutelthiere haben keine **Placenta, und sind doch auch Säugethiere!**

Es würde nicht der Mühe lohnen, REICHERT's neuestem Machwerke hier so viele Zeilen zu widmen, wenn nicht zwei Umstände diese energische Verwahrung dringend erheischten. Die Meisten werden geneigt sein, die verworrene Darstellung und die offenbaren Widersprüche der REICHERT'schen Publicationen einfach einer intellectuellen Rückbildung desselben zuzuschreiben. Wenn bloss senile Degeneration seines Gehirns die wirkende Ursache wäre, würde man Mitleid und Schonung mit ihm haben müssen. Diess ist aber keineswegs der Fall. Vielmehr geht durch die ganze Schrift die dreisteste sophistische *Verdrehung der Thatsachen*, und die sichtlichste *Unwahrhaftigkeit* hindurch. Nachdem REICHERT eingesehen, in welchen Sumpf er durch seine ersten Mittheilungen über die Sarcode-Bewegung etc. gerathen, sucht er sich dadurch herauszuziehen, dass er den von Anderen längst dargestellten wahren Sachverhalt in neuen möglichst dunkeln Wendungen und schwer fasslichen Ausdrücken wiedergiebt, und ihn als seine neue Entdeckung preist. Dabei scheut er sich z. B. nicht, gleich in einem der ersten Sätze scheinbar JOHANNES MÜLLER als Zeugen für seine Darstellung aufzurufen (p. 151), obgleich bekanntermassen die Beobachtungen und Anschauungen JOHANNES MÜLLER's über den Sarcodekörper der Polythalamien und Radiolarien vollkommen mit denjenigen aller übrigen Autoren seit DUJARDIN übereinstimmen!

Der zweite Punct, gegen welchen von vornherein entschiedener Protest eingelegt werden muss, ist REICHERT's Darstellung von dem »Sarcodekörper« der *Hydromedusen*, insbesondere der Hydroidpolypen. Nachdem REICHERT mit seinen Untersuchungen auf dem Gebiet der Rhizopoden so kläglich Schiffbruch gelitten, flüchtet er sich auf das Gebiet der Hydromedusen hinüber, und versucht hier gleiche Verwirrung anzurichten. Es klingt fast unglaublich, dass REICHERT hier nicht einmal im Stande ist, die einfachsten, längst bekannten und jederzeit augenblicklich zu demonstrirenden Structurverhältnisse wahrzunehmen, wie z. B. die beiden epithelialen Bildungshäute (Exoderm und Entoderm), oder die Entwickelung der Nesselkapseln in Epithelialzellen. Dies hindert ihn jedoch nicht, gleich auf der zweiten Seite seiner Untersuchungen über »Campanularien, Sertularien und Hydriden«

die ganze bisherige anatomische Erkenntniss des Hydroiden-Organismus für einen grossen Irrthum zu erklären und auf Grund seiner unglaublich oberflächlichen Untersuchung einiger Hydroid-Polypen folgenden Satz auszusprechen: »Weder die Uebereinstimmung im einfachen Hohlkörperbau des Organismus und wohl noch weniger der gleichartige äussere Habitus und eine gleichartige Bildung der Individuenstöcke dürften unter solchen Umständen die von Leuckart aufgestellte Thierklasse der Coelenterata in ihrer gegenwärtigen Fassung zu halten im Stande sein«!! Sehr weise setzt Reichert dann gleich den Satz hinzu: »Ich muss mich des Versuchs enthalten, die Grenzen auch nur anzudeuten, innerhalb welcher voraussichtlich die Sonderung dieser Thierklasse sich vollziehen werde«!!

Der weitere Verlauf von Reichert's Coelenteraten-Studien lässt sich nach diesem hübschen Anfange und nach Analogie der Polythalamien-Studien bereits im Voraus bezeichnen. Die Monatsberichte und Abhandlungen der Berliner Akademie werden eine Reihe von Aufsätzen bringen, in denen zunächst alle bisherigen Beobachter der Coelenteraten als unfähige und im gröbsten Irrthum begriffene Beobachter dargestellt werden, deren »Phantasie durch ein wunderbar mikroskopisches Trugbild irre geleitet ist.« Dann zeigt Reichert, wie sich Alles ganz Anders verhält, als man bisher annahm, nähert sich jedoch allmählich unter dunkeln und versteckten Wendungen und Windungen den von ihm geradezu bestrittenen Darstellungen und reproducirt schliesslich dieselben im neuen Gewande seiner glücklicherweise einzig dastehenden individuellen Ausdrucksweise. Da Reichert bei den Polythalamien sechs Jahre zu diesem Kreislauf der Vorstellungen brauchte, wird er vermuthlich bei den Coelenteraten, deren wirkliche Structur viel allgemeiner anerkannt ist, mindestens zwölf Jahre nöthig haben, um die »Irrthümer« der anderen Naturforscher schliesslich als seine Entdeckungen auf den Markt zu bringen. Sollte Reichert also zum Heil der Wissenschaft noch bis zum Jahre 1880 leben, so würde er dann wahrscheinlich zu der heute bereits allgemein anerkannten Vorstellung vom Bau der Coelenteraten gelangt sein! Zufällig habe ich mich in den letzten Jahren anhaltend mit der Untersuchung der feineren Structur der Hydromedusen beschäftigt, und bin daher zu dem Ausspruch berechtigt, dass fast sämmtliche neuen Angaben Reichert's über den Bau der Hydroiden ebenso verkehrt, falsch und werthlos sind, wie seine früheren Angaben über den Bau der Polythalamien.

Man verzeihe die Bitterkeit dieser Polemik und entschuldige sie durch den gerechten Ingrimm, den ich als dankbarer Schüler und warmer Verehrer des grossen Johannes Müller empfinden muss, wenn

ich an diese intellectuellen und moralischen Functionen seines unmittelbaren Nachfolgers denke. Wenn durch JOHANNES MÜLLER innerhalb eines Vierteljahrhunderts der anatomische Lehrstuhl der Berliner Universität über alle übrigen erhoben wurde, ist es nun seinem Nachfolger gelungen, innerhalb eines Decenniums ihn in gleichem Maasse zu erniedrigen. Da MÜLLER die lange Reihe seiner glänzenden Arbeiten mit den Rhizopoden geschlossen hatte, dachte REICHERT wahrscheinlich, er müsse da wieder anfangen, wo sein grosser Vorgänger aufgehört hatte, und wurde dabei offenbar von der Hoffnung getragen, ihn baldigst zu überflügeln! Mit welchem Erfolge dies geschah, liegt vor den Augen Aller, welche die einschlagende Literatur kennen und die Objecte selbst in der Natur beobachtet haben!

Die Protoplasmatheorie, welche ich für eine der ersten und wichtigsten Grundlagen einer wahrhaft monistischen, d. h. mechanisch-causalen Erkenntniss der organischen Natur halte, darf seit dieser letzten Wendung ihrer Geschichte als neu befestigt und gekräftigt angesehen werden. Die Vernichtung drohenden Angriffe ihres Gegners sind durch denselben allmählich zu Verdrehungen und zuletzt zu Bestätigungen geworden. Für die wahre Natur der Sarcode aber, als eines wirklich einfachen und structurlosen »Lebensstoffes«, dürfte die Naturgeschichte der vorstehend beschriebenen Moneren weitere directe Beweise liefern.

IV. Begrenzung des Protistenreiches.

Seitdem CHARLES DARWIN die von JEAN LAMARCK und WOLFGANG GOETHE begründete Descendenz-Theorie von dem Scheintode oder richtiger von dem Todtschweigen eines halben Jahrhunderts zu neuem Leben erweckt und durch seine Selections-Theorie auf ein unerschütterliches causal-mechanisches Fundament gestellt hat, ist die Aufgabe der ordnenden Systematik eine ganz andere und eine unendlich höhere geworden. Bisher war in den Händen der meisten Zoologen und Botaniker die Systematik eine wissenschaftliche Spielerei, welche sich an der Formenverwandtschaft der ähnlichen Naturkörper ergötzte, ohne an ihre wirkliche, dieser zu Grunde liegende Blutsverwandtschaft zu denken. Die Hauptbeschäftigung der meisten systematisirenden Naturforscher bildeten endlose und höchst unnütze Streitigkeiten über die Frage, ob diese oder jene Thier- oder Pflanzenform eine »gute« oder »schlechte Art«, eine Subspecies oder Varietät, ein Subgenus oder Genus sei, ohne dass es den grübelnden Gelehrten dabei eingefallen wäre, sich vorher den Umfang und den Inhalt dieser Begriffe klar zu machen.

Jetzt dagegen, wo die Unhaltbarkeit derselben als absoluter, ihr eigentlicher Werth als relativer Begriffe erkannt, wo die »wirkende Ursache« der Formenverwandtschaft in der »Blutsverwandtschaft« entdeckt ist, tritt an die Systematik die ungleich höhere, schwierigere und interessantere Aufgabe, durch die Aufstellung des »natürlichen Systems« den Stammbaum, die Abstammungsverhältnisse der verwandten Gruppen hypothetisch möglichst annähernd festzustellen.

Nirgends stösst diese Aufgabe auf grössere Schwierigkeiten, als bei den niedrigsten und tiefststehenden Organismen. Es ist verhältnissmässig leicht, den Stammbaum der Wirbelthiere mit annähernder Sicherheit festzustellen, wenn man damit die ausserordentlichen Schwierigkeiten vergleicht, die dem Stammbaum der sogenannten Protozoen sich entgegenstellen. Während dort überall bestimmte, hoch und vielseitig differenzirte Organsysteme feste Handhaben darbieten, ist hier Nichts von solchen Organsystemen vorhanden. Während dort längst eine Anzahl von Klassen und Ordnungen als wirkliche natürliche Gruppen anerkannt sind, kann man dies hier von wenigen Gruppen behaupten. Dort ist ein zusammenhängendes und reiches Material durch die Erfahrung von Jahrhunderten angesammelt: hier sind kaum seit ein paar Jahrzehnten lockere Sammlungen von vereinzelten Thatsachen bekannt geworden. Kein Wunder daher, wenn in der Systematik jener niedrigsten Organismen noch heute die grauenhafteste Verwirrung herrscht, und Jeder sich sein eigenes System macht.

Ich habe in meiner generellen Morphologie den Versuch gemacht, in dieses systematische Chaos dadurch einiges Licht zu bringen, dass ich als eine besondere Abtheilung zwischen echte Thiere und echte Pflanzen alle jene zweideutigen Organismen niedrigsten Ranges stellte, welche weder zu jenen noch zu diesen unzweifelhafte nähere Beziehungen zeigen, oder thierische und pflanzliche Charaktere in der Weise vereinigt und gemischt besitzen, dass seit ihrem Bekanntwerden ein endloser Streit über ihre Stellung im Thier- oder im Pflanzenreich geführt wird. Offenbar wird dieser Streit am einfachsten dadurch geschlichtet, dass man die streitigen und zweifelhaften Zwischenformen vorläufig (wenn auch nur provisorisch) sowohl von den echten Thieren, als von den echten Pflanzen abtrennt und in einem besonderen organischen »Reiche« vereinigt. Man gewinnt dadurch den Vortheil, sowohl echte Thiere als echte Pflanzen durch eine klare und scharfe Definition bezeichnen zu können; und andererseits wird die Aufmerksamkeit den bisher so vernachlässigten und doch so äusserst wichtigen niedersten Organismen in besonderem Maasse zugewendet. Ich habe jenes zwischen Thierreich und Pflanzenreich mitten inne stehende und zwischen beiden vermittelnde

Grenzgebiet das Protistenreich genannt. (Gen. Morphol. Vol. I. p. 203; Vol. II. p. XX, p. 403).

Natürlich habe ich durch diese Trennung der Protisten einerseits von den Pflanzen, andererseits von den Thieren, keineswegs eine absolute und dauernde Scheidewand zwischen diesen drei organischen Reichen aufrichten wollen. Vielmehr halte ich es für sehr wahrscheinlich, dass sowohl die Thiere als die Pflanzen aus den Protisten, und zwar ursprünglich aus einfachsten Protisten, aus Moneren, ihren Ursprung genommen haben. (l. c. Vol. II. p. XX. p. 403. Taf. I.) Vorläufig halte ich es jedoch aus praktischen Gründen für zweckmässig, die Protisten sowohl von den Pflanzen als von den Thieren im Systeme ganz zu trennen.

In der systematischen Einleitung zu meiner »allgemeinen Entwickelungsgeschichte« habe ich folgende acht natürliche Hauptgruppen oder »Stämme« (Phylen) von Protisten unterschieden:

I. **Monera.** Moneren.

1. Gymnomonera (Protogenes, Protamoeba etc.)
2. Lepomonera (Protomonas, Vampyrella etc.)

II. **Protoplasta.** Protoplasten.

1. Gymnamoebae (Autamoeba, Petalopus, Nuclearia etc.)
2. Lepamoebae (Arcella, Difflugia, Euglypha etc.)
3. Gregarinae (Monocystidea et Polycystidea).

III. **Diatomea.** Kieselzellen.

IV. **Flagellata.** Geisselschwärmer.

1. Nudiflagellata (Euglena, Spondylomorum etc.)
2. Cilioflagellata (Peridinium, Ceratium etc.)

V. **Myxomycetes.** Schleimpilze.

VI. **Noctilucae.** Meerleuchten.

VII. **Rhizopoda.** Wurzelfüsser.

1. Acyttaria (Monothalamia et Polythalamia).
2. Heliozoa (Actinosphaerium Eichhornii).
3. Radiolaria (Monocyttaria et Polycyttaria).

VIII. **Spongiae.** Schwämme.

1. Autospongiae.
2. Petrospongiae.

Seit der Unterscheidung dieser acht Protistengruppen ist eine neue Gruppe von Organismen niedersten Ranges bekannt geworden, welche in keine von diesen acht Abtheilungen sich ohne Zwang einreihen lassen, und welche gleich den letzteren eine derartige Mischung von thierischen und pflanzlichen Charakteren zeigen, dass sie ebenso wenig als echte Pflanzen, wie als echte Thiere angesehen werden können. Es sind dies die merkwürdigen Labyrinthuleen (Labyrinthula vitellina, L. macrocystis), welche von dem um die Naturgeschichte der Protisten hochverdienten CIENKOWSKI im Hafen von Odessa entdeckt worden sind. [1]) Jedenfalls müssen dieselben vorläufig als eine ganz besondere Protistengruppe betrachtet werden.

Während so einerseits das Reich der Protisten durch die Labyrinthuleen um eine besondere Klasse vermehrt wird, so dürfte es andererseits jetzt hinreichend begründet sein, eine andere Gruppe von Protisten aus diesem Reiche zu entfernen, und als entschiedene Thiere in das Thierreich zu verweisen. Dies sind die Schwämme oder Spongien, für deren thierische Natur in neuester Zeit sehr entschiedene morphologische Indicien entdeckt worden sind. Bereits seit 1854 hat LEUCKART, der verdienstvolle Begründer des Coelenteratenstammes, in seinem Jahresbericht über die Fortschritte der Zoologie (im Archiv für Naturgeschichte) die Spongien oder Poriferen mit den Coelenteraten vereinigt, indem er das Canalsystem der Schwämme mit dem coelenterischen Gastrovascularapparat der echten Coelenteraten verglich.

Im vorigen Winter hat mein Schüler und Assistent, Herr Stud. MIKLUCHO-MACLAY aus Petersburg, während unseres Aufenthaltes auf der canarischen Insel Lanzarote die ausserordentlich reiche Schwammfauna dieser Küste eingehend untersucht, und wie ich mich durch eigenen Augenschein überzeugt habe, dabei neue Schwammformen gefunden, deren Anatomie für die nahe Verwandtschaft der Spongien mit den Coelenteraten weit kräftigere Beweisgründe liefert, als wir bisher besassen. So hat namentlich Herr MIKLUCHO einen Kalkschwamm (Guancha blanca) entdeckt, welcher Sycon und Ute nahe steht, dessen ganzes Gefässsystem aber aus einer einfachen cylindrischen Leibeshöhle, einer verdauenden Cavität, wie bei den einfachsten Hydroiden besteht. Die sogenannten Schornsteine (Camini) der Spongien sind nicht blos Ausströmungsöffnungen, wie man bisher annahm, sondern sie dienen auch zur Aufnahme von Wasser und Nahrung. Ihre Oeffnung nach Aussen

---

1) L. CIENKOWSKI, Ueber den Bau und die Entwickelung der Labyrinthuleen. Max Schultze's Archiv für mikrosk. Anat. Vol. III. 1867. p. 274. Taf. XV, XVI, XVII.

ist zugleich Mund und After. Mit einem Wort, die Schornsteine sind den Magenhöhlen der Coelenteraten und zunächst der Polypen analog und aller Wahrscheinlichkeit nach zugleich homolog. Die von den Schornsteinen ausgehenden Canäle entsprechen den Canälen, welche sich im Parenchym vieler Anthozoen verzweigen. Was mir aber von der grössten Wichtigkeit erscheint, diese Magenhöhle zerfällt bei mehreren Schwämmen (Axinella und Anderen) durch radiale Scheidewände in Fächer (von verschiedener oder constanter Zahl, namentlich acht!), und dadurch erscheint der ganze Leib des Schwammindividuums aus einer bestimmten Anzahl von Antimeren zusammengesetzt. Den Mangel der Antimerenbildung hatte ich aber bisher für einen der wichtigsten morphologischen Unterschiede zwischen Spongien und Coelenteraten gehalten. Auch durch die ähnliche Art der Stockbildung u. s. w. wird die nahe Verwandtschaft der Spongien und Anthozoen noch wahrscheinlicher. Kurz, ich halte es jetzt für das Richtigste, nach LEUCKART's Vorgang die Spongien mit den Coelenteraten im System zu vereinigen, und halte daher auch einen gemeinsamen Ursprung beider Gruppen für sehr wahrscheinlich. Das Phylum der Coelenteraten würde demnach in zwei Subphylen zerfallen: I. Spongiae (Coelenteraten ohne Nesselorgane) 1. Petrospongiae. 2. Autospongiae. II. Acalephae[1]) (Coelenteraten mit Nesselorganen) 1. Anthozoa. 2. Archydrae. 3. Hydromedusae. 4. Ctenophora.

Da Herr MIKLUCHO seine schönen Beobachtungen über Schwämme demnächst veröffentlichen und die Stammverwandtschaft der Spongien und Acalephen ausführlich entwickeln wird, so beschränke ich mich hier auf diese kurze Mittheilung.[2]) Ich habe dieselbe desshalb hier angeführt, weil mir durch die Entfernung der Spongien von den übrigen Protisten und durch ihre Vereinigung mit den echten Thieren ein grosser Gewinn

---

1) Die von ARISTOTELES herrührende Bezeichnung Acalephae oder Knidae dürfte für die echten Coelenteraten (nach Ausschluss der Spongien) die passendste sein, einerseits weil sie bereits deren wichtigsten Charakter, den Besitz von Nesselorganen, ausspricht, und sodann, weil bereits ARISTOTELES unter dieser Bezeichnung die beiden verschiedenen Typen der Coelenteraten, die festsitzenden Petracalephen (Actinien) und die frei schwimmenden Nectacalephen (Medusen) zusammenfasste (*αἱ ἀκαλῆφαι, αἱ κνίδαι*).

2) Ein eigenthümliches Licht wird durch diese Stammverwandtschaft auch auf das neuerdings so viel besprochene Hyalonema geworfen. Sollte vielleicht doch am Ende Schwammkörper und Polypenüberzug zusammengehören, und Hyalonema ein gerader Ausläufer von der gemeinsamen Stammgruppe der Spongien und Acalephen sein?

für die Systematik erzielt scheint. Es wird nämlich jetzt möglich, mein Protistenreich durch einen bestimmten und wichtigen Charakter zu bezeichnen, und von den echten Thieren und echten Pflanzen zu trennen: Dieser Charakter ist der gänzliche Mangel der geschlechtlichen Fortpflanzung. Bei fast allen unzweifelhaften Pflanzen und ebenso bei allen unzweifelhaften Thieren findet sich geschlechtliche Zeugung (Amphigonie) vor. Alle echten Protisten dagegen (alle oben genannten Gruppen mit Ausnahme der Spongien) pflanzen sich ausschliesslich durch ungeschlechtliche Zeugung (Monogonie) fort. Wenn man diese Definition auf die genealogische Individualität erster Ordnung, auf den Zeugungskreis (Cyclus generationis) aller drei organischen Reiche überträgt, so ist der Zeugungskreis der Thiere und der Pflanzen die Amphigenesis, dagegen der Generationscyclus der Protisten die Monogenesis (Vergl. hierüber generelle Morphologie, Vol. II, p. 70, p. 83).

Wenn man auf Grund dieses Kriteriums die Trennung der drei Reiche scharf durchführen will, so wird man einige Gruppen der niedrigsten Organismen, die bisher bei den echten Pflanzen standen, die aber der geschlechtlichen Zeugung entbehrten, zu den Protisten ziehen müssen. Es wird dies um so eher geschehen können, als ohnehin die übrigen entscheidenden Pflanzencharaktere sich bei ihnen verwischen und als sich anstatt dessen nahe Beziehungen zu verschiedenen Protistengruppen einstellen. Vor allen wird man berechtigt sein, die grosse und formenreiche Klasse der Pilze (Fungi) aus dem Pflanzenreiche zu entfernen und in die Nähe der Myxomyceten unter die Protisten zu stellen. Die ganze Ernährungsweise und der Stoffwechsel der Pilze, und damit im Zusammenhang viele andere Eigenschaften (insbesondere der gänzliche Chlorophyll-Mangel) entfernen dieselben so sehr von den echten Pflanzen, dass bereits ältere Botaniker aus den Pilzen ein besonderes Organismen-Reich errichten wollten.

Aus ähnlichen Gründen wird man ferner die Phycochromaceen (Chroococcaceen und Oscillarineen) als einen Protistenstamm betrachten können, ebenso auch vielleicht die Codiolaceen (Codiolum etc.). Andererseits wird man die durch geschlechtliche Zeugung ausgezeichneten Volvocinen von den Flagellaten trennen und den echten Algen zurechnen müssen. Derartige Versetzungen werden in der nächsten Zeit noch viele vorkommen, je nachdem unsere Kenntniss der einen oder anderen Gruppe voraussichtlich vollständiger wird. Keinenfalls aber werden wir, wie ich glaube, jemals dazu gelangen, eine absolute Grenzscheidewand zwischen Thier- und Pflanzenreich aufzurichten,

und den einen Theil der Protisten mit voller Sicherheit zu den Pflanzen, den andern zu den Thieren rechnen können. Auch soll ja durch die von mir vorgeschlagene systematische Trennung der drei Reiche lediglich der praktische Zweck einer differentiellen Diagnostik erleichtert, und keineswegs eine absolute Scheidung der Thiere, Protisten und Pflanzen, als dreier fundamental verschiedener Organismengruppen behauptet werden. Vielmehr beharre ich bei der in meiner generellen Morphologie ausgesprochenen Vermuthung, dass sowohl das Thierreich als das Pflanzenreich ihre erste Wurzel in je einem oder mehreren Protistenstämmen haben, während andere Protistenstämme (z. B. Diatomeen, Myxomyceten, Rhizopoden) sich unabhängig von jenen selbstständig entwickelt haben (l. c. Vol. II, p. 406). Dass schliesslich alle organischen Stämme an ihrer ältesten Wurzel zusammengehangen haben mögen, ist auch wohl denkbar. Der Streit, wie viele ursprüngliche protistische Phylen oder Stammformen den Thierstämmen, den Pflanzenstämmen und den noch heute existirenden Protistenstämmen den Ursprung gegeben haben mögen, verliert aber sehr dadurch an seiner scheinbaren Wichtigkeit, dass offenbar die ältesten Ursprungsformen aller Organismen Moneren der einfachsten und indifferentesten Art, structurlose und homogene, formlose Sarcodeklumpen gewesen sein müssen, durch Archigonie oder Generatio aequivoca entstanden.

Wie die von Cienkowski und von mir beschriebenen Moneren zeigen, ist es ganz unmöglich, dieselben mit irgend welcher Sicherheit an eine bestimmte andere Protistengruppe anzuschliessen, oder gar sie mit Bestimmtheit entweder den Thieren oder den Pflanzen zuzurechnen. Im Ruhezustande und während der Fortpflanzung sind dieselben mehr pflanzlicher, im Bewegungszustande und während der Ernährung mehr thierischer Natur. Im Ganzen aber sind sie ihrer einfachsten Natur nach so indifferente Organismen, dass man sie als erste Anfänge jedes beliebigen organischen Stammes (Phylum) betrachten könnte. Wie sehr dieselben in dieser Beziehung Anklänge an die verschiedensten Protistengruppen zeigen, wird am Besten aus der nachfolgenden morphologischen Vergleichung der Moneren mit den verschiedenen Protistengruppen hervorgehen. Bevor wir uns zu dieser wenden, erscheint es passend, die verschiedenen organischen Stämme nochmals aufzuzählen, welche das Protistenreich in dem soeben erläuterten Umfange zusammensetzen. Ich wiederhole dabei nochmals, dass ich dieses »System der Protisten« in jeder Hinsicht nur als einen ganz provisorischen Versuch und als eine Anregung zu weiterer Bearbeitung betrachte.

Reich der Protisten oder der monogenetischen Organismen.

(Organismen, welche sich ausschliesslich auf ungeschlechtlichem Wege, durch Monogonie, fortpflanzen).

I. Gruppe: **Monera.**

1. Gymnomonera (Protogenes, Protamoeba etc.).
2. Lepomonera (Protomonas, Vampyrella, Protomyxa etc.).

II. Gruppe: **Flagellata.**

1. Nudiflagellata (Euglena, Spondylomorum etc.).
2. Cilioflagellata (Peridinium, Ceratium etc.).

III. Gruppe: **Labyrinthulea** (Labyrinthulae).

IV. Gruppe: **Diatomea** (Bacillaria).

V. Gruppe: **Phycochromacea** (Myxophycea).

1. Chroococcacea (Gloeocapsa, Merismopoedia etc.).
2. Oscillarinea (Nostochacea, Rivulariacea etc.).

VI. Gruppe: **Fungi** (Mycetes).

1. Phycomycetes (Saprolegnieae, Mucorinae etc.).
2. Hypodermiae (Uredineae, Ustilagineae etc.).
3. Basidiomycetes (Hymenomycetes, Gastromycetes etc.).
4. Ascomycetes (Protomycetes, Discomytes etc.)

VII. Gruppe: **Myxomycetes** (Mycetozoa).

VIII. Gruppe: **Protoplasta** (Amoeboida).

1. Gymnamoebae (Autamoeba, Nuclearia etc.).
2. Lepamoebae (Arcella, Difflugia etc.).
3. Gregarinae (Monocystida et Polycystida).

IX. Gruppe: **Noctilucae** (Myxocystoda).

X. Gruppe: **Rhizopoda.**

1. Acyttaria (Monothalamia et Polythalamia).
2. Heliozoa (Actinosphaerium Eichhornii).
3. Radiolaria (Monocyttaria et Polycyttaria).

V. Vergleichende Morphologie der Moneren.

Um die verwickelten Beziehungen der Moneren zu den übrigen Protisten und überhaupt zu den Organismen niedersten Ranges richtig zu würdigen, erscheint es zunächst nothwendig, sich über den morphologischen, oder genauer tectologischen Werth derselben zu verständigen, und ihre Individualitäts-Stufe zu bestimmen. Ich lege hierbei die Anschauungen zu Grunde, welche ich in meiner generellen Tectologie oder Individualitätslehre (Structurlehre) der Organismen entwickelt und begründet habe.[1])

Als den allgemeinen und einzig unentbehrlichen materiellen Bestandtheil aller Organismen haben wir das Plasma oder Protoplasma (Sarcode), eine festflüssige stickstoffhaltige Kohlenstoffverbindung aus der Gruppe der Eiweisskörper nachgewiesen. Dieses Plasma bildet bei den Moneren, als den tiefststehenden unter allen Organismen, einzig und allein für sich, ohne Betheiligung anderer Körper, den ganzen structurlosen Leib des vollkommen ausgebildeten Organismus. Seinem Formwerthe nach repräsentirt derselbe also ein einfachstes morphologisches Individuum erster Ordnung, ein Plasmastück oder eine Plastide.

Der vieldeutige Begriff der organischen Zelle ist nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauch auf diese einfachsten individualisirten Plasmastückchen nicht mehr verwendbar. Um daher die Zellentheorie, diese unentbehrliche Grundlage unserer gesammten Tectologie auch auf die Moneren und die verwandten Protisten anwendbar zu machen, habe ich das Verhältniss dieser Plasmastückchen zu wirklichen Zellen in meiner Tectologie möglichst scharf zu entwickeln versucht. Nach meiner Ansicht sind die echten Zellen, für deren Begriff ich die Sonderung von innerem Kern und äusserem Plasma für nothwendig erachte, aus den Moneren durch innere Differenzirung hervorgegangen. Andererseits sind aus den Moneren durch äussere Differenzirung von Plasma und umhüllender Membran oder Schale die zellenähnlichen, aber kernlosen Plastiden, die membranösen Cytoden hervorgegangen.

Durch diese systematische Unterscheidung erhalten wir folgende vier wesentlich differenzirte Grundformen von Plastiden, oder von morphologischen Individuen erster Ordnung:

1) Generelle Morphologie. Vol. I. Drittes Buch. IX. Capitel. p. 269.

Plastiden-Arten.

I. **Cytodae** (s. Cellinae), Cytoden. Plasmastücke ohne Kern.

1. Gymnocytodae (s. Cytodae nudae), Nacktcytoden.

Nackte Plasmastücke ohne Kern, ohne Membran oder Schale, z. B. die frei sich bewegenden Moneren, die kernlosen Plasmodien der Myxomyceten und mancher anderen Protisten, die aus den Pseudonavicellen geschlüpften amoeboiden Keime der Gregarinen etc.

2. Lepocytodae (s. Cytodae membranosae), Hautcytoden.

Umhüllte Plasmastücke ohne Kern, von einer (ganzen oder unvollständigen) Membran oder Schale umschlossen, z. B. die eingekapselten Ruhezustände der Lepomoneren, viele Siphoneen und zahlreiche andere niedere Pflanzen, die sogenannten »kernlosen Zellen« vieler höheren Pflanzen und vieler thierischen Gewebe.

II. **Cellulae** (s. Cyta), Zellen. Plasmastücke mit Kern.

1. Gymnocyta (s. Cellulae nudae), Nacktzellen.

Nackte Plasmastücke mit Kern, ohne Membran oder Schale, z. B. die echten Amoeben (Autamoeben), die nackten Schwärmsporen der Algen, die Eier der Siphonophoren und anderer Thiere, die farblosen Blutzellen, viele Nervenzellen und überhaupt sehr viele andere Zellen der Thiere etc.

2. Lepocyta (s. Cellulae membranosae), Hautzellen.

Umhüllte Plasmastücke mit Kern, von einer (ganzen oder unvollständigen) Membran oder Schale umschlossen, z. B. die Diatomeen, die meisten jugendlichen Pflanzenzellen (so lange sie noch einen Kern besitzen), die Eier der meisten Thiere, und überhaupt sehr viele thierische Zellen etc.

Offenbar beruht das hohe Interesse der Moneren vorzugsweise darauf, dass sie Gymnocytoden, d. h. Plastiden der allereinfachsten Art sind, und dass also sämmtliche übrige Plastidenarten, wie sie den Körper aller Organismen bilden, auf sie zurückzuführen sind. Die Phylogenie, die palaeontologische Entwickelungsgeschichte der organischen Stämme (Phylen) ist nothwendig zuletzt gezwungen, auf archigone (durch Generatio aequivoca entstandene) Moneren als auf die erste Wurzel aller verschiedenen Organismengruppen zurückzugehen. Aus den

Gymnocytoden als den ursprünglichen Plastidenformen (einfachsten, vollkommen homogenen Plasmastückchen) entstanden einerseits durch äussere Differenzirung von Plasma und Membran die Lepocytoden, andererseits durch innere Differenzirung von Plasma und Kern die Zellen; und diese letzteren zerfielen dann wieder in Hautzellen und Nacktzellen, je nachdem sie sich mit einer Membran umgaben oder nicht. Auf diese vier Grundformen der Plastiden lassen sich alle übrigen Zellen und Zellenformen, und überhaupt alle histologischen Elemente zurückführen, wie ich in meiner generellen Tectologie ausführlich entwickelt habe (Gen. Morph. Vol. I, p. 269—303).

Bestimmen wir nun nach diesem Maassstabe den morphologischen Werth aller bis jetzt bekannt gewordenen Monerenformen, wie ich dieselben im letzten Abschnitt dieses Aufsatzes übersichtlich zusammenstellen werde, so gelangen wir zu folgendem Resultate:

1. Alle Moneren bleiben zeitlebens Cytoden; niemals gehen sie in den höheren Formzustand der Zelle über, da niemals in ihrem Protoplasma sich Kerne differenziren.

2. Alle Moneren sind in vollkommen ausgewachsenem und frei beweglichem Zustande Gymnocytoden; niemals besitzen sie in diesem Zustande eine Membran oder Schale oder eine sonstige Hülle.

3. Die Gymnomoneren (Protogenes, Protamoeba, vielleicht auch Myxodictyum?) bleiben zeitlebens Gymnocytoden; sie gehen nicht in einen Ruhezustand über und umgeben sich nicht mit einer Hülle.

4. Die Lepomoneren (Protomonas, Protomyxa, Vampyrella, Myxastrum) werden aus ursprünglichen Gymnocytoden später Lepocytoden, indem sie behufs der Fortpflanzung in einen Ruhezustand übergehen und sich dann mit einer Hülle oder Schale umgeben.

5. Einige Moneren (Protogenes, Protamoeba) bleiben zeitlebens einzelne, isolirte Cytoden, permanente Individuen erster Ordnung, indem die durch den Fortpflanzungsprocess entstehenden neuen Individuen (Bionten) sich sofort von dem elterlichen Organismus trennen, oder indem dieser einfach in zwei Stücke zerfällt.

6. Andere Moneren (Myxodictyum und alle Lepomoneren) bilden zeitweilig Individuen zweiter Ordnung oder Organe (in rein morphologischem Sinne), indem während der Fortpflanzungszeit die neu gebildeten Individuen (Schwärmsporen, Tetraplasten, Theilstücke, und andere Keimformen) eine Zeit lang zu einer Cytodencolonie (Organ) vereinigt bleiben.

In diesen sechs Sätzen ist die vollständige morphologische Charakteristik der Moneren enthalten. Dazu kommt dann noch das physiologische Kriterium der ausschliesslich ungeschlechtlichen Fortpflanzung.

Wenn wir nun, unter steter Berücksichtigung dieser charakteristischen Eigenthümlichkeiten, die Moneren mit den übrigen Organismen und besonders mit den nächstverwandten Protisten vergleichen, so werden wir leichter einerseits den besonderen Charakter der Monerengruppe, andererseits die mannichfaltigen Verwandtschaftsbeziehungen derselben zu den übrigen Gruppen erkennen. Ich werde also der Reihe nach die den Moneren nächstverwandten unter den vorstehend aufgeführten Protistengruppen einzeln mit den Moneren vergleichen.

I. Moneren und Rhizopoden.

Von allen Organismen stehen die echten Rhizopoden den Moneren (etwa mit Ausschluss der Protamoeba) am nächsten. Ich beschränke dabei die natürliche Gruppe der echten Rhizopoden, wie ich in meiner generellen Morphologie gethan habe, (nach Ausschluss der Protoplasten oder Amoeboiden) auf die drei Classen der Acyttarien (Monothalamien und Polythalamien, oder Imperforaten und Perforaten), der Heliozoen (bis jetzt nur aus dem eigenthümlichen Actinosphaerium Eichhornii Stein, Actinophrys Eichhornii Ehrenberg, gebildet) und der Radiolarien (Monocyttarien und Polycyttarien). Die allermeisten von diesen echten Rhizopoden unterscheiden sich von den Moneren dadurch, dass sie in frei beweglichem und vollkommen ausgebildetem Zustande ein Skelet oder eine Schale besitzen. Die wenigen übrigen Rhizopoden, welche dieses Skelets oder dieser Schale entbehren, (Actinosphaerium, Thalassicolla, Physematium, Collozoum) unterscheiden sich von den Moneren durch die Differenzirung von Kernen im Innern des Plasmakörpers. Eine ganz eigenthümliche Stellung nimmt die gewöhnlich zu den Rhizopoden gerechnete, sehr gemeine Actinophrys sol (Ehrenb.) ein, der einzige genauer bekannte Repräsentant der echten Actinophrys. Ich würde diesen Organismus am liebsten zu den Moneren ziehen und zwischen Vampyrella und Myxastrum stellen. Die eigenthümliche sehr grosse contractile Blase dieses Protisten würde dann als blosse Vacuole aufgefasst werden müssen. Da wir jedoch trotz der Häufigkeit der Actinophrys sol immer noch nichts Sicheres von ihrer Fortpflanzung und Entwickelung wissen, muss ihre Stellung unter den Moneren vorläufig noch zweifelhaft bleiben. Die von Cienkowski (l. c. p. 227) beobachteten Ruhezustände der Actinophrys sol machen ihre Stellung unter den

Moneren noch wahrscheinlicher. Vermuthlich werden künftig ausser der echten Actinophrys sol (Ehrenb.) auch noch eine Anzahl nächstverwandter actinophrysartiger Protisten (z. B. Trichodiscus und Plagiophrys) zu den Moneren zu stellen sein.[1] Die von Cienkowski neulich beschriebene Clathrulina, welche ich auch bei Jena beobachtet habe, halte ich für einen echten Rhizopoden und stelle ihn zu den Monothalamien unter die Acyttarien[2].

II. Moneren und Flagellaten.

Unter den verschiedenen Monerenformen zeigen die Schwärmsporen der Protomonas und Protomyxa die grösste Aehnlichkeit mit den einfachsten Formen der Flagellaten. Die letzteren unterscheiden sich durch die Differenzirung von Kernen und von Hüllen. Das ausgebildete und frei bewegliche Flagellat ist niemals eine Gymnocytode, wie alle Moneren im frei beweglichen Zustande sind.

III. Moneren und Labyrinthuleen.

Unter den Moneren erinnert Myxastrum durch seine Fortpflanzungszustände auffallend an die Labyrinthula. Jedoch sind die einzelnen Plastiden der letzteren stets kernhaltig, also echte Zellen, während die Moneren niemals Kerne besitzen.

IV. Moneren und Diatomeen.

Wie an die Labyrinthuleen, so erinnern die spindelförmigen kieselschaligen Sporen des Myxastrum auch an die Diatomeen, besonders an die einfachsten Formen von Navicula. Da jedoch auch die Diatomeen immer (?) kernhaltig, also echte Zellen sind, und da sie so-

---

1) Actinosphaerium Eichhornii (Stein), welches gewöhnlich noch als Actinophrys Eichhornii (Ehrenberg, nicht Kölliker) mit der echten Actinophrys sol (Ehrenberg; Actinophrys Eichhornii Kölliker) in einem Genus vereinigt wird, ist sehr weit davon verschieden. Bei Actinophrys sol ist, wie bei den Moneren, der ganze Protoplasmakörper structurlos, während sich bei Actinosphaerium Eichhornii, einem echten Rhizopoden, bereits kernhaltige Zellen in der Marksubstanz des Körpers differenzirt haben.

2) Cienkowski, Ueber die Clathrulina, eine neue Actinophryen-Gattung.

weit bekannt, niemals als nackte Plastiden erscheinen, so sind die Unterschiede von den Moneren sehr durchgreifend.

V. Moneren und Myxomyceten.

Unter allen Protisten stehen nächst den echten Rhizopoden die Myxomyceten den Moneren am nächsten. Die colossalen nackten frei beweglichen Sarcodekörper von Protogenes, Protomyxa und auch von Vampyrella sind von den Plasmodien der Myxomyceten, besonders der dünnflüssigen Formen, an und für sich geradezu nicht zu unterscheiden. Nur die weitere Entwickelung lässt die Divergenz beider Gruppen erkennen. Dazu kommt noch die auffallende Aehnlichkeit in der Fortpflanzung durch Schwärmsporen bei der Protomonas und Protomyxa. Man könnte daher diese als die einfachsten Myxomyceten betrachten. Allein die Spore der Myxomyceten umschliesst einen Kern und ist daher eine echte Zelle, während bei den Moneren überhaupt niemals Kerne vorkommen. Hierin erblicke ich den wesentlichsten Unterschied der Moneren und Myxomyceten, abgesehen von der viel höheren Differenzirung des Sporangium bei den letzteren. Man könnte jedoch den eingekapselten Ruhezustand von Protomyxa als die erste und einfachste Anlage des Sporangiums der Myxomyceten betrachten. Bei beiden gehen die Schwärmsporen in den Amoebenzustand über.

VI. Moneren und Protoplasten.

Auch die Protoplasten zeigen, gleich den Myxomyceten und Rhizopoden, sehr nahe Beziehungen zu den Moneren. Als Protoplasten habe ich in der generellen Morphologie folgende drei Protistengruppen zusammengefasst: 1) Gymnamoebae (die echten, nackten Amoeben, mit Kern, mit oder ohne contractile Blase oder Vacuole: Autamoeba, Nuclearia, Pseudospora, Podostoma, Petalopus etc.). 2) Lepamoebae (mit Schale oder Panzer versehene Amoeben: Arcella, Difflugia, Euglypha etc.). 3) Gregarinae (Monocystideen und Polycystideen). Die Gregarinen sehe ich als Amoeben an, welche durch Parasitismus rückgebildet sind. Die Moneren zeigen zu den Protoplasten, namentlich zu den Gymnamoeben, die nächsten Beziehungen. Protamoeba ist nur durch den Mangel des Kerns und der contractilen Blase von echten Amoeben (Autamoeba) zu unterscheiden. Ausserdem erinnern die Pseudonavicellen der Gregarinen, noch mehr als die »Spindeln« der Labyrinthuleen, an die spindelförmigen Sporen des Myxastrum. Ein wesentlicher und durchgreifender

Unterschied liegt aber wieder darin, dass bei allen Protoplasten wirkliche Zellenkerne in der Substanz der Sarcode differenzirt sind, während dies bei den Moneren niemals der Fall ist.

Die drei noch übrigen Protisten-Gruppen, die Phycochromaceen, Pilze und Noctiluken, zeigen weniger ausgesprochene Beziehungen zu den Moneren, als die fünf soeben betrachteten Gruppen, und eine besondere Vergleichung derselben ist daher überflüssig. Jedoch schliessen sich auch die niedersten Pilze, ebenso wie die einfachsten Phycochromaceen, durch die Einfachheit und die niedere Ausbildungsstufe ihres Baues und ihrer Lebenserscheinungen unmittelbar an die Moneren an. Die einfachsten Anfänge derselben können unmittelbar aus Moneren hervorgegangen sein.

Jedenfalls lässt sich schon jetzt aus der eben gegebenen Uebersicht und aus einer einfachen Vergleichung der Entwickelungsgeschichte der verschiedenen Protisten mit voller Deutlichkeit ersehen, dass ohne vollständige Kenntniss der individuellen Entwickelungsgeschichte sich die systematische Stellung der einzelnen niedrigsten Organismen in dieser oder jener Protistengruppe nicht einmal mit annähernder Sicherheit bestimmen lässt. Ganz besonders gilt dies von allen nackten, amoebenartigen und actinophrys-artigen Körpern, ebenso wie von den myxomyceten-artigen Plasmodien und von den flagellaten-artigen Schwärmsporen. Hier, wie überall in der Morphologie, ist, wie Baer sagt, die Entwickelungsgeschichte der wahre Lichtträger für Untersuchungen über organische Körper. Nicht minder aber bewährt sich auch hier der wichtige Satz, dass die Descendenztheorie der wahre Lichtträger für die gesammte Entwickelungsgeschichte ist.

VI. System der Moneren.

Gruppencharakter der Moneren.

Organismen ohne Organe, welche in vollkommen ausgebildetem Zustande einen frei beweglichen, nackten, vollkommen structurlosen und homogenen Sarcode- (Protoplasma-) Körper bilden. Niemals differenziren sich Kerne (Nuclei) in dem homogenen Protoplasma. Die Bewegung geschieht durch Contractionen der homogenen Körpersubstanz und durch Hervortreiben von formwechselnden Fortsätzen (Pseudopodien), welche entweder einfach bleiben oder sich verästeln und anastomosiren. Die Ernährung geschieht in verschiedener

Weise, meist nach Art der Rhizopoden. Die Fortpflanzung geschieht nur auf ungeschlechtlichem Wege (durch Monogonie). Oft, jedoch nicht immer, wechselt der frei bewegliche Zustand mit einem Ruhezustande ab, während dessen sich der Körper mit einer ausgeschwitzten structurlosen Hülle umgiebt (encystirt). Alle Moneren leben im Wasser.

Erste Abtheilung der Monerengruppe:
Gymnomonera.

Moneren ohne Ruhezustand und Hüllenbildung.

Der frei bewegliche Zustand des Moneres wird von keinem Ruhezustande mit Hüllenbildung unterbrochen.

Genus I: **Protamoeba** Haeckel.[1])

Haeckel, Generelle Morphologie. 1866. Vol. I. p. 133.

Gattungscharakter: Ein einfachster formloser Protoplasmakörper ohne Vacuolenbildung, welcher einfache, nicht verästelte und nicht anastomosirende Fortsätze treibt, und sich durch Zweitheilung fortpflanzt.

Species: Protamoeba primitiva Haeckel.

Taf. III. Fig. 25—30.

Generelle Morphologie. 1866. Vol. I. p. 133.

Protoplasmakörper von 0,03—0,05 Mm. Durchmesser, beständig formwechselnd, mit einem oder wenigen (3—6) peripherischen Pseudopodien. Fortsätze kurz, abgerundet, stumpf, fingerförmig, höchstens so lang als der Durchmesser des centralen Körpers.

Fundort: Ein Süsswassertümpel im Tautenburger Forst, Dornburg gegenüber, bei Jena. 1863 und 1865.

Genus II: **Protogenes** Haeckel.[2])

Zeitschr. für wissensch. Zool. Vol. XV. 1865. p. 360.

Gattungscharakter: Ein einfachster formloser Protoplasmakörper ohne Vacuolenbildung, welcher verästelte und anastomosirende Fortsätze treibt, und sich durch Zweitheilung fortpflanzt.

---

1) πρώτη αμοιβή, die erste Wechselgestalt.

2) πρωτογενής, der Erstgeborene.

Species: Protogenes primordialis HAECKEL.

Ueber den Sarcodekörper der Rhizopoden, l. c. p. 360. Taf. XXVI. Fig. 1, 2.

Protoplasmakörper bald kugelig zusammengezogen, von 0,1—1 Mm. Durchmesser (l. c. Fig 1), bald plattenförmig ausgebreitet, von ganz unregelmässigem Umriss, von 3—4 Mm. Durchmesser (Fig. 2). Pseudopodien äusserst zahlreich (über tausend), sehr fein, mit sehr zahlreichen Verästelungen und Anastomosen.

Fundort: Mittelmeer bei Nizza. 1864.

Genus III: **Myxodictyum** HAECKEL.[1])

(Vergl. oben p. 99).

Gattungscharakter: Mehrere einfachste formlose Protoplasmakörper ohne Vacuolenbildung, welche verästelte und anastomosirende Pseudopodien treiben, verbinden sich durch deren Anastomosen zu einem Netz. (Die Fortpflanzung erfolgt wahrscheinlich durch Theilung und durch Ablösung der einzelnen Individuen, welche dann neue Colonieen bilden??).

Species: Myxodictyum sociale HAECKEL.

Taf. III. Fig. 31—33.

Protoplasmakörper an dem einzigen beobachteten Exemplar ein flach ausgebreitetes Sarcodenetz von 0,35 Mm. Durchmesser bildend, zusammengesetzt aus siebzehn Moneren-Individuen, actinophrys-ähnlichen Körperchen von 0,04 Mm. Durchmesser.

Fundort: Bai von Algesiras an der Strasse von Gibraltar. 1867.

Zweite Abtheilung der Monerengruppe: **Lepomonera.**

Moneren mit Ruhezustand und Hüllenbildung.

Der frei bewegliche Zustand des Moneres wird von einem Ruhezustande mit Hüllenbildung unterbrochen.

Genus IV: **Protomonas** HAECKEL.[2])

Generelle Morphologie, Vol. II. p. XXIII.

Gattungscharakter: Ein einfachster formloser Protoplasmakörper, ohne Vacuolenbildung, welcher einfache oder verästelte Pseu-

1) *μυξοδίκτυον*, Schleimnetz.

2) *πρωτομονάς*, Ureinheit.

dopodien treibt. Fortpflanzung durch Schwärmsporen, welche in Plasmodien zusammenfliessen.

Species: Protomonas amyli HAECKEL.

(Monas amyli CIENKOWSKI).

Archiv für mikrosk. Anat. Vol. I. p. 165. Taf. XII. Fig. 1—5.

Protoplasmakörper ein Plasmodium, welches durch Verschmelzen mehrerer Schwärmsporen entsteht, von ungefähr 0,02—0,05 Mm. Durchmesser, mit wenigen, verästelten, sehr feinen Pseudopodien. Ruhezustand eine rundliche Lepocytode, deren Membran keilförmige, nach innen vorragende Warzen treibt. Schwärmsporen spindelförmig, sehr contractil, mit mehreren (zwei ?) Geisseln versehen, sich nach Art einer Anguillula bewegend.

Fundort: In faulenden Nitellen des süssen Wassers in Deutschland und Russland (CIENKOWSKI).

Genus V: **Protomyxa** HAECKEL.[1])

(Vergl. oben p. 71)

Gattungscharakter: Ein einfachster formloser Protoplasmakörper mit Vacuolenbildung, welcher verästelte und anastomosirende Pseudopodien treibt. Fortpflanzung durch Schwärmsporen, welche in Plasmodien zusammenfliessen.

Species: Protomyxa aurantiaca HAECKEL.

Taf. II. Fig. 1—12.

Protoplasmakörper ein Plasmodium von orangerother Farbe, welches (immer ?) durch Verschmelzen mehrerer Schwärmsporen entsteht, von 0,5—1 Mm. Durchmesser; mit sehr zahlreichen und sehr dicken, baumförmig verästelten Pseudopodien, welche durch viele Anastomosen ein Netz bilden. Ruhezustand eine kugelige Lepocytode von 0,15 Mm. Durchmesser, mit dicker, structurloser Hülle (Cyste). Schwärmsporen birnförmig, am spitzen Ende kegelförmig, in eine sehr starke Geissel auslaufend, sich nach Art der Myxomycetenschwärmer bewegend. Die zur Ruhe gekommenen Sporen kriechen nach Amoebenart einher.

Fundort: Auf hoher See treibende nackte Schalen von Spirula Peronii, angetrieben an die Küste der canarischen Insel Lanzarote. 1867.

---

1) *πρωτόμυξα*, Urschleim.

Genus VI: **Vampyrella** Cienkowski.[1])

Archiv für mikrosk. Anat. Vol. I. p. 218.

Gattungscharakter: Ein einfachster formloser Protoplasmakörper ohne Vacuolenbildung, welcher einfache oder verästelte Pseudopodien treibt. Fortpflanzung durch Tetraplastenbildung: der eingekapselte ruhende Körper zerfällt erst in zwei, dann in vier Keime, welche nach dem Austritt aus der Cyste actinophrys-ähnliche Körper darstellen.

Species 1: Vampyrella Spirogyrae Cienkowski.

Archiv für mikrosk. Anat. Vol. I. p. 218. Taf. XII. Fig. 44—56.

Protoplasmakörper von ziegelrother Farbe, und äusserst wechselnder und unregelmässiger Gestalt. Pseudopodien mit Körnchenbewegung, theils lang, dünn und spitz, theils kurz, dick und stumpf. Die Pseudopodien bohren die Zellen der Spirogyra an und saugen deren Inhalt heraus. Ruhezustand eine kugelige oder sphaeroidale, seltener unregelmässige Lepocytode, von 0,06 Mm. Durchmesser, angeheftet an Spirogyren. Cystenwand aus Cellulose bestehend (durch Iod und Schwefelsäure gebläut).

Fundort: Spirogyren des süssen Wassers. Cienkowski.

Species 2: Vampyrella pendula Cienkowski.

Archiv für mikrosk. Anat. Vol. I. p. 221. Taf. XII. Fig. 57—63.

Protoplasmakörper von ziegelrother Farbe und sehr wechselnder Gestalt. »Pseudopodien ohne Körnchenbewegung« bohren die Zellen verschiedener Conferven, Oedogonien, Bulbochaeten etc. an und saugen deren Inhalt heraus. Ruhezustand eine birnförmige Lepocytode, die mit dem zugespitzten Ende angeheftet ist. Von dem encystirten, kugelig contrahirten Körper geht ein fadenförmiger Fortsatz durch das zugespitzte Ende der aus Cellulose bestehenden Cystenwand hindurch zur Ansatzstelle.

Fundort: Verschiedene Conferven des süssen Wassers.

Species 3: Vampyrella vorax Cienkowski.

Archiv für mikrosk. Anat. Vol. I. p. 223. Taf. XII. Fig. 64—73.

Protoplasmakörper von ziegelrother Farbe, und höchst unregelmässiger und wechselnder Gestalt. »Pseudopodien ohne Körnchenbewe-

---

1) Deminutivum von Vampyrus.

gung«, umfliessen nach Art der Rhizopoden fremde Körper (Diatomeen, Desmidiaceen und Flagellaten) und ziehen diese in das Innere des Körpers hinein. Ruhezustand eine ganz unregelmässige, meist langgestreckte Lepocytode.

Fundort: Im süssen Wasser.

Genus VII: **Myxastrum** HAECKEL.[1])

(Vergl. oben p. 91).

Gattungscharakter: Ein einfachster formloser Protoplasmakörper ohne Vacuolenbildung, welcher einfache oder verästelte und anastomosirende Fortsätze treibt. Fortpflanzung durch Strahltheilung. Der eingekapselte ruhende Körper zerfällt in eine grosse Anzahl von länglichen Keimen, deren Längsaxe radial gegen das Centrum der kugeligen Cyste gerichtet ist. Jeder einzelne Keim umgiebt sich mit einer kieseligen Hülle. Die aus dieser Sporenhülle ausschlüpfenden Keime nehmen sofort wieder die Form des erwachsenen Organismus an.

Species: Myxastrum radians HAECKEL.

Taf. III. Fig. 13—24.

Protoplasmakörper in frei beweglichem Zustand gewöhnlich von Gestalt einer strahlenden Kugel, von sehr zäher Consistenz, von 0,3—0,5 Mm. Durchmesser. Pseudopodien sehr zäh und starr, mit spärlicher Verästelung und Anastomosenbildung. Fremde Körper, Diatomeen, Peridinien etc. werden von den Pseudopodien umflossen und in den Centralkörper hineingedrückt. Ruhezustand eine kugelige Cyste von 0,08 Mm. Durchmesser. Der Inhalt zerfällt in zahlreiche kieselschalige Sporen von 0,03 Mm. Länge, 0,015 Mm. Breite, deren Längsaxe radial gegen das leere Centrum der kugeligen Cyste gerichtet ist.

Fundort: Hafenbecken von Puerto del Arrecife, Hafenstadt der canarischen Insel Lanzarote. 1867.

---

1) *μύξα, ἄστρον*, Schleimsternchen.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. II.

Protomyxa aurantiaca.

Fig. 1. Protomyxa aurantiaca, encystirt, im Ruhezustand: eine homogene orangerothe Protoplasmakugel, umgeben von einer weichen structurlosen Gallerthülle. Vergr. 300.

Fig. 2. Dieselbe, im Beginne der Entwickelung. Die homogene orangerothe Protoplasmakugel hat sich von der Innenseite der Cystenwand zurückgezogen, verdichtet, und beginnt in zahlreiche kleine Kugeln zu zerfallen; zwischen Plasmakugel und Gallerthülle hat sich ein wenig helle Flüssigkeit angesammelt. Vergr. 300.

Fig. 3. Dieselbe, weiter entwickelt. Die Plasmakugel ist vollständig in zahlreiche kleine Kugeln von gleicher Grösse zerfallen; diese füllen, locker beisammenliegend, den ganzen Hohlraum der kugeligen Cyste wieder aus. Vergr. 300.

Fig. 4. Die kleinen Protoplasmakugeln, welche aus dem Zerfall der encystirten Plasmakugel hervorgegangen sind, ziehen sich an einem Ende in eine lange Geissel aus, und treten als »Schwärmsporen« unter lebhafter Bewegung aus der Cystenhülle (»Sporangium«) aus. Vergr. 300.

Fig. 5. Zehn einzelne birnförmige Schwärmsporen, sich nach dem Austritt aus der geborstenen Cyste mittelst ihrer Geissel lebhaft bewegend; der Sporenkörper ist sammt seiner Geissel eine vollkommen nackte und homogene Sarcodemasse. Vergr. 380.

Fig. 6. Sieben einzelne Schwärmsporen, welche zur Ruhe gekommen sind, die Geissel eingezogen haben und statt dessen eine Anzahl von spitzen, formwechselnden Fortsätzen (Pseudopodien) hervorstrecken; sie kriechen mittelst derselben unter beständiger langsamer Formveränderung nach Amoebenart umher; der homogene Plasmakörper ist noch ohne Vacuolen. Vergr. 380.

Fig. 7. Drei amoebenartige Keime (zur Ruhe gekommene, kriechende Schwärmsporen) vereinigen sich mittelst ihrer anastomosirenden Pseudopodien und fliessen schliesslich vollständig in einen einzigen Plasmakörper (Plasmodium) zusammen; bereits sind einzelne Vacuolen (*v*) im Plasma wahrzunehmen. Vergr. 220.

Fig. 8. Zwei amoebenartige Keime (von den in Fig. 6 abgebildeten) greifen eine Diatomee (Navicula) an den beiden entgegengesetzten Enden an. Vgr. 220.

Fig. 9. Dieselben beiden Amoebenkeime, wie Fig. 8, etwas später; von beiden Enden der Navicula her dieselbe überziehend, sind sie in der Mitte zusammengetroffen und haben sich hier zu einer einzigen vereinigt. Vergr. 220.

Fig. 10. Eine ältere Protomyxa, entweder durch einfaches Wachsthum eines einzigen amoebenartigen Keimes oder durch Verschmelzung einer grösseren Anzahl von Amoeben zu einem Plasmodium entstanden. Eine gefressene Isthmia und

eine Navicula, nebst zahlreichen Vacuolen (v) sind in dem homogenen Parenchym der Sarcode sichtbar. Vergr. 220.

Fig. 11. Eine ausgewachsene Protomyxa im üppigsten Futterzustande, nach sehr reichlicher Nahrungsaufnahme. Im Inneren des centralen Protoplasma-Leibes befinden sich zahlreiche Vacuolen (v), ferner oben zwei noch zusammenhängende Isthmien, unten drei gegitterte Kieselschalen von pelagischen Tintinnoiden, (zwei Dictyocysta elegans und eine Dictyocysta mitra); die eine Schale scheint eben ausgestossen zu werden Ringsum strahlen von dem centralen Sarcodekörper die sehr starken, baumförmig verzweigten Pseudopodien aus, deren peripherische Anastomosen zahlreiche bogenförmige Schlingen bilden. Oben haben mehrere starke Pseudopodien soeben ein dreihörniges Peridinium erfasst und umfliessen es. Die Vacuolenbildung erstreckt sich auch in die grösseren Pseudopodien hinein. Vergr. 220.

Fig. 12. Eine ausgewachsene Protomyxa, hungernd, ohne Nahrung Der ganz homogene Sarcodeleib strahlt ringsum eine sehr grosse Menge von baumförmig verästelten Pseudopodien aus, welche nur wenige Anastomosen bilden und wenige Körnchen führen. Auch die Zahl der Vacuolen in dem centralen Protoplasmakörper ist gering. Vergr. 140.

Taf. III.

Fig. 13—24. Myxastrum radians.

Fig. 13. Myxastrum radians, encystirt, im Ruhezustand: eine homogene farblose Protoplasmakugel, umgeben von einer zähen structurlosen Gallerthülle. Vergr. 450.

Fig. 14. Dasselbe, im Beginne der Entwickelung. Die homogene farblose Protoplasmakugel beginnt durch radiale Zerklüftung (Strahltheilung) in zahlreiche kegelförmige Portionen zu zerfallen, deren Spitzen sich im Centrum der Kugel berühren, während ihre abgerundeten Basen an der Oberfläche der Plasmakugel eine maulbeerförmige Zeichnung hervorrufen. Vergr. 450.

Fig. 15 Dasselbe, weiter entwickelt. Die kegelförmigen Plasmastücke, welche durch die radiale Zerklüftung der encystirten Plasmakugel entstanden, haben Spindelform angenommen, und jedes einzelne hat eine kieselige Hülle ausgeschieden. Das encystirte Myxastrum stellt jetzt ein kugeliges Sporangium dar, welches zahlreiche spindelförmige, kieselschalige radial gestellte Sporen einschliesst. Vergr. 450.

Fig. 16. Dasselbe Sporangium, wie Fig. 15. Der Focus des Mikroskops ist auf eine meridianale Durchschnittsebene der Kugel eingestellt, so dass man die radiale Stellung der kieselschaligen spindelförmigen Sporen wahrnimmt. Vergr. 450.

Fig. 17. Die leere Kieselschale einer Spore, deren Protoplasmakörper bereits ausgeschlüpft ist. Vergr. 450.

Fig. 18. Eine Spore, deren Sarcodeinhalt aus der Kieselschale auszuschlüpfen beginnt. Vergr. 450.

Fig. 19. Dieselbe Spore, wie Fig. 18, einige Zeit später. Es ist nur noch wenig Sarcode in der Kieselschale. Vergr. 450.

Fig. 20. Der homogene Sarcodeleib einer Spore, welche ihre Kieselschale (Fig. 17) gänzlich verlassen und sich kugelig zusammengezogen hat. Vergr. 450.

Fig. 21. Dieselbe Sarcodekugel, wie Fig. 20, einige Zeit später. Es beginnen überall feine Strahlen aus der Oberfläche vorzutreten. Vergr. 450.

Fig. 22. Ein etwas ältres kugeliges Myxastrum, dessen radiale Pseudopodien schon länger sind. Vergr. 450.

Fig. 23. Ein erwachsenes Myxastrum, während sehr reichlicher Nahrungsaufnahme, im üppigsten Futterzustande. Die radialen Pseudopodien, welche ringsum von der centralen Plasmakugel ausstrahlen, legen sich büschelförmig über den angegriffenen Beutestücken zusammen und drücken diese in den Sarcodeleib hinein. In der Mitte sind drei Naviculen, unten eine Kette von Bacillarien, und oben rechts ein Peridinium gefangen. Körnchen sind in reichlicher Menge im Protoplasma zerstreut. Vergr. 280.

Fig. 24. Ein ausgewachsenes Myxastrum, hungernd, ohne Nahrung. Der ganz homogene Sarcodeleib strahlt ringsum eine sehr grosse Menge von starren einfachen radialen Pseudopodien aus, von denen nur sehr wenige sich verästeln und anastomosiren. Die Zahl der Körnchen im Plasma ist sehr gering. Vergr. 280.

Fig. 25—30. Protamoeba primitiva. (Vergr. 400).

Fig. 25. Protamoeba primitiva, mit mehreren kurzen Fortsätzen.

Fig. 26. Dieselbe, mit einem langen Fortsatz.

Fig. 27. Dieselbe, im ersten Beginn der Zweitheilung.

Fig. 28. Dieselbe, mit weiter fortgeschrittener Zweitheilung.

Fig. 29. Dieselbe, mit fast vollendeter Zweitheilung.

Fig. 30. Dieselbe, durch vollendete Zweitheilung in zwei Individuen (A und B) zerfallen.

Fig. 31—33. Myxodictyum sociale.

Fig. 31. Myxodictyum sociale, eine Colonie von siebzehn, durch ein Sarcodenetz verbundenen, actinophrysartigen Moneren. Vergr. 400.

Fig. 32. Ein einzelnes Stück des Sarcodenetzes. Vergr. 600.

Fig. 33. Ein einzelnes Individuum, welches sich von der Colonie der siebzehn Moneren abgelöst hat. Vergr. 400.

Kleinere Mittheilungen.

Ueber die Constitution der sog. Homologen der Blausäure.

Von

A. Geuther.

Die von A. W. Hofmann[1]) und Gautier[2]) in neuester Zeit bei der Einwirkung von Chloroform und Aminbasen auf Kalihydrat und von Cyansilber auf die Iodwasserstoff-Aether erhaltenen, mit den sog. Nitrilen isomeren Verbindungen sind von Hofmann als »Homologe der Blausäure«, von Gautier als »Isomere der Cyanwasserstoff-Aether« bezeichnet worden. Kolbe[3]) unterscheidet die Letzteren von den Ersteren so, dass er in ihnen einen zweiwerthigen Kohlenstoff annimmt, welcher mit dem einwerthigen Alkoholradical den dreiwerthigen Stickstoff befriedigt: $\left.\begin{matrix} \overset{\prime\prime}{\mathrm{C}} \\ \overset{\prime}{\mathrm{R}} \end{matrix}\right\} \overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{N}}$, während in den ersteren diess durch ein dreiwerthiges Kohlenstoffradical geschehen soll: $\left.\overset{\prime\prime\prime}{\widetilde{\mathrm{RC}}}\right\} \overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{N}}$. Claus[4]) legt den neuen Cyanverbindungen die doppelte Moleculargrösse bei, als den Nitrilen.

Ich glaube, dass es weder der Annahme eines zweiwerthigen Kohlenstoffs, noch die einer Verschiedenheit des Moleculargewichts zur Erklärung der Isomerie bedarf.

Die Eigenschaft des Stickstoffs einwerthig auftreten zu können, d. h. Wasserstoff zu gleichen Mischungsgewichten zu vertreten, beweisen die sog. Azoverbindungen. Die Blausäure ist aber auch als eine solche, als Monazomethylen: $\mathrm{C}\genfrac{}{}{0pt}{}{\mathrm{H}}{\mathrm{N}}$ aufzufassen und ihr analog sind die übrigen Nitrile zu betrachten: Acetonitril = $\mathrm{C}^2\genfrac{}{}{0pt}{}{\mathrm{H}^3}{\mathrm{N}}$; Propionitril = $\mathrm{C}^3\genfrac{}{}{0pt}{}{\mathrm{H}^5}{\mathrm{N}}$ etc. und Benzonitril = $\mathrm{C}^7\genfrac{}{}{0pt}{}{\mathrm{H}^5}{\mathrm{N}}$. Sie alle sind Monazoverbindungen der Kohlenwasserstoffe von der allgemeinen Formel: $\mathrm{C}^n\ \mathrm{H}^{2n-2m}$ (worin $^m = {}^o$ und jeder ganzen Zahl, die kleiner als ^{n} ist, sein kann). Die Blausäure,

---

1) Annal. d. Chemie. Bd. 144. p. 114.

2) Zeitschrift f. Chem. N. F. Bd. 3. p. 666.

3) Ebend. Bd. 4. p. 30.

4) Ber. d. naturf. Gesellsch. in Freiburg. Bd. 4. Hft. 4.

das Acetonitril, das Propionitril etc. sind homologe Glieder einer Reihe. Daher kommt es, dass sie bei der Umsetzung mit Kalihydrat und Wasser die gleiche Veränderung erleiden und homologe Zersetzungsproducte, die homologen Säuren, liefern. Die neu entdeckten Cyanverbindungen dagegen sind, um im gewöhnlichen Sprachgebrauch zu reden, nichts als blausaure Salze, Cyanwasserstoffverbindungen der Kohlenwasserstoffe $C^n H^{2n-2m}$, sie entsprechen dem Cyanwasserstoff-Ammoniak (Cyanammonium). Daher liefern sie alle unter dem Einfluss starker Säuren die Zersetzungsproducte der Blausäure, Ameisensäure und Ammoniak, welch' letzteres sogleich zu dem Kohlenwasserstoff tritt und die Aminbase bildet. Starken wässrigen Basen gegenüber besitzen sie die Beständigkeit der Haloidaether.

Während also die Blausäure, das Acetonitril, das Propionitril, das Benzonitril, Abkömmlinge des Methylen's, des Aethylen's des Propylen's, des Benzylen's (C^7H^6) sind, sind die neuen Cyanüre: das Methylcyanür, das Aethylcyanür, Phenylcyanür Abkömmlinge des Sumpfgases, des Aethylwasserstoffs, des Benzol's, in gleicher Weise, wie das Methylchlorür, das Aethylchlorür, das Phenylchlorür es sind.

CH^2; C^2H^4; C^3H^6 etc. C^7H^6	CH^2, H^2; C^2H^4, H^2; etc. C^6H^4, H^2.
$C{}^{H}_{N}$ $C^2{}^{H^3}_{N}$ $C^3{}^{H^5}_{N}$ » $C^7{}^{H^5}_{N}$	$CH^2, C{}^{H}_{N}$; $C^2H^4, C{}^{H}_{N}$; » $C^6H^4, C{}^{H}_{N}$.
	CH^2, HCl; C^2H^4, HCl » C^6H^4, HCl.

Nicht die neuen Cyanverbindungen also, sondern die schon längst bekannten Nitrile sind die wahren Homologen der Blausäure.

Ich werde in Kürze Gelegenheit nehmen die Ansicht, dass die Blausäure als Azomethylen aufzufassen ist, und die sich daraus ergebenden Consequenzen näher zu entwickeln.

Jena, d. 15. Jan. 1868.

Zwei Notizen.

Von

A. Geuther.

E. Linnemann[1]) beobachtete bei der Einwirkung von salzsaurem Aethylamin auf salpetrigsaures Silberoxyd neben Alkohol eine bei 170—172° C. siedende Substanz, die schwach gelblich gefärbt, leichter als Wasser ist, einen eigenthümlichen Geruch und die Zusammensetzung $C^4H^{10}N^2O^2$ besitzt. Er meint von ihr, dass sie sich ihrer Zusammensetzung nach, keiner bis jetzt bekannten Classe von Körpern anschliesse. Dieselbe ist indess nichts anderes, als das von Kreutzhage und mir[2]) bei der Einwirkung von salzsaurem Diaethylamin auf salpetrigsaures Kali und ebenso von salzsaurem Triaethylamin auf das Letztere[3]) beobachtete Nitrosodiaethylin. Dasselbe besitzt die gleiche Zusammensetzung, den gleichen Siedepunct (170—173° uncorr.; 176°,9 corr.) und die nämlichen Eigenschaften; es ist

1) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 144. p. 133.
2) Ebend. Bd. 128. p. 151.
3) Diese Zeitschrift. Bd. I. p. 494.

nämlich eine »schwach gelblich gefärbte« Flüssigkeit, von »eigenthümlich-aromatischem Geruch,« es löst sich in conc. Salzsäure und wird beim Erhitzen damit unter Bildung von Stickoxyd wieder in salzsaures Diaethylamin verwandelt. Ich habe schon bei der ersten Beschreibung dieser Verbindung die Vermuthung ausgesprochen, dass das von Hofmann bei der Zersetzung des salzsauren Aethylamin's in geringer Menge erhaltene Oel eben diese Verbindung sei, was jetzt durch die Versuche von Linnemann bestätigt wird.

Das Nitrosodiaethylin ist, wie sein Verhalten zur Salzsäure zeigt, ein Abkömmling des Diaethylamin's und nicht wie Linnemann anzunehmen geneigt ist, ein solcher des Aethylen's und Aethylenoxyd's, es ist eben Nitrosoxydiaethylamin (Nitrosodiaethylin) d. h. Diaethylamin, worinn an Stelle von 1 Mgt. Wasserstoff die Elemente vom Stickoxyd, oder 1 Mgt. Sauerstoff und 1 Mgt. Sauerstoffoxydul enthalten sind:

$$Є^4 H^{10} N^2 O^2 = \left.\begin{matrix} Є^2 H^4 \\ Є^2 \begin{matrix} H^3 \\ ONO \end{matrix} \end{matrix}\right\} H^3 N.$$

Es ist die analoge Verbindung eines Hydroxydiaethylamin's:

$$Є^4 H^{10} NO^2 = \left.\begin{matrix} Є^2 H^7 \\ Є^2 \begin{matrix} H^3 \\ OHO \end{matrix} \end{matrix}\right\} H^3 N.$$

Das von A. Siersch bei der Behandlung von salzsaurem Propylamin mit salpetrigsaurem Silberoxyd erhaltene, zwischen 200—205° siedende Nebenproduct von der Zusammensetzung $Є^6H^{14}N^2O^2$ ist offenbar nichts anderes, als das homologe Glied vom Dipropylamin.

A. W. Hofmann[1]) hat über die Veränderung, welche die Dämpfe des Methylalkohols erleiden, wenn sie mit einem Strom atmosphärischer Luft über eine glühende Platinspirale geleitet werden, berichtet. Er ist der Meinung, dass dabei das Methylaldehyd gebildet werde, weil das mit Ammoniak alkalisch gemachte flüssige Product mit salpetersaurem Silberoxyd erwärmt, einen vollkommnen Silberspiegel erzeuge, indem zuerst Ameisensäure und dann Kohlensäure entstehe, dass ferner dasselbe mit einigen Tropfen Kalilauge erhitzt sich beim Kochen trübe, eine gelbe Färbung annehme und bald gelbbraune Oeltröpfchen abscheide, die im hohen Grade den Geruch von Aldehydharz besitzen. Dass ferner, wenn man Schwefelwasserstoff in jenes flüssige Product der Reaction leite, es sich nach einigen Augenblicken trübe, indem sich ölige Tropfen von zwiebelartigem Geruch abscheiden, die sich beim Kochen mit Salzsäure lösen und beim Erkalten eine Masse blendend weisser verfilzter Nadeln von der Zusammensetzung $ЄH^2S^2$ liefern. Der Schmelzpunct derselben liegt bei 218°, sie verflüchtigen sich ohne Zersetzung, sie sind wenig löslich in Wasser, mehr in Alkohol; Aether ist ihr bestes Lösungsmittel.

Die Zusammensetzung dieser Krystalle, sowie die obige von Hofmann gegebene Beschreibung stimmen vollkommen überein mit der von Girard[2]) durch Reduction

---

1) Compt. rend. T. LXV. p. 555. Zeitschr. für Chemie. N. F. Bd. 4. p. 6.

2) Annal. Bd. 100. p. 306.

von Schwefelkohlenstoff zuerst beobachteten, später von A. Husemann[1]) aus dem Methylensulfür (Product der Einwirkung von Methylenjodür auf Schwefelnatrium) beim Erhitzen auf 150° erhaltenen und von Letzterem »Dimethylensulfür« benannten Verbindung. Husemann sagt von ihr, dass sie in »feinen klinorhombischen Prismen« krystallisire, deren Schmelzpunkt »oberhalb 200°« liege, die sich aber »schon bei weit niedrigeren Temperaturen in reichlicher Menge verflüchtigen«, dass sie einen »unerträglich zwiebelartigen Geruch« besitzen und »ihre Löslichkeit in den verschiedenen indifferenten Lösungsmitteln sehr gering ist, dass sie sich am besten noch in Schwefelkohlenstoff und Benzin lösen.« Girard beobachtete ihre unveränderte Löslichkeit in warmer Salzsäure.

Wenn darnach, wie mir scheint, die Identität der von Hofmann erhaltenen Krystalle mit dem Dimethylensulfür nicht mehr bezweifelt werden kann, so wird die Existenz des Methylaldehyds in dem betreffenden Product natürlich ebenso sehr fraglich, als darin die Anwesenheit von Dioxymethylen, welches durch Oxydation leicht Ameisensäure und Kohlensäure liefert, wahrscheinlich wird.

Jena, den 25. Januar 1868.

John Mayow über Apnoe und Placentarrespiration.

Von

B. S. Schultze.

Studien über ältere Anschauungen von den Existenzbedingungen des Fötus führten mich auf Mayow, dessen Tractatus tertius überschrieben ist: De respiratione Foetus in utero, et ovo.

Es war bekannt, dass Mayow dem Sauerstoff auf der Spur gewesen sei, hundert Jahre vor dessen Entdeckung durch Lavoisier. Dass ihm die physiologische Bedeutung dieses sehr bestimmt von ihm definirten Bestandtheils der Atmosphäre nicht sowohl ahnungsweise vorschwebte, als vielmehr auf Grund von Experimenten offenbar war, und zwar zum Theil bis in Einzelheiten, deren Wiederauffindung der Forschung der neuesten Zeit vorbehalten war, hat neuerdings Heidenhain[2]) ausführlich dargelegt.

Mayow weist nach, dass derjenige Bestandtheil des Salpeters, welcher dessen explosive Wirkung im Schiesspulver bedingt, identisch ist mit demjenigen Bestandtheil der Atmosphäre, welcher zur Unterhaltung der Flamme, zur Unterhaltung der Athmung erforderlich ist. Dass durch die Athmung, wie durch die Flamme ein und derselbe Bestandtheil der Atmosphäre verbraucht wird, dass durch beide Processe die Atmosphäre diesen Bestandtheil verliert, durch dieselben an Volum einbüsst, auch untauglich wird, sowohl der Athmung als der Verbrennung weiter zu dienen, das demonstrirt Mayow durch dieselben Experimente, deren man sich heute in Schulen und Vorlesungen zur Demonstration der gleichen Thatsachen bedient.

---

1) Annal. Bd. 126. p. 294.

2) Mechanische Leistung, Wärmeentwickelung und Stoffumsatz bei der Muskelthätigkeit. Leipzig, 1864. Seite 5 u. ff.

Mayow weiss, dass nicht allein die durch Lungen athmenden Thiere des Sauerstoffs bedürfen und denselben verzehren, er weiss dass auch die Fische durch die Kiemen den dem Wasser beigemischten Sauerstoff absorbiren, dass auch die Pflanzen nicht existiren können in einem Boden, der mit der Atmosphäre nicht frei communicirt.[1])

Mayow weiss auch, dass in den Lungen die Functionen des durch die Athmung aufgenommenen Sauerstoffs nicht sich vollenden, er weiss, dass der Sauerstoff in's Blut aufgenommen wird und dass das arterielle Blut dem aufgenommenen Sauerstoff seine hellrothe Farbe verdankt, dass der Sauerstoff erst in den Geweben verbraucht wird, und dass dieser Verbrauch von Wärmeentwickelung begleitet ist. Ganz besonders kennt er den durch jedwede Muskelcontraction gesteigerten Sauerstoffverbrauch und die eben dadurch bedingte vermehrte Wärmeproduction, das eben dadurch vermehrte Athembedürfniss. Die Fieberhitze leitet er davon ab, dass zu viel verbrennliche Substanzen im Blute vorhanden sind und zwar von deren chemischer Vereinigung mit dem durch die Athmung in's Blut aufgenommenen Sauerstoff. (p. 140.)

Mayow, der, beiläufig bemerkt, auch über den Mechanismus der Respiration auffallend richtige Ansichten hat, kennt natürlich das Hook'sche Experiment, er weiss, dass zur Befriedigung des Athembedürfnisses wechselnde Ausdehnung und Verkleinerung der Lunge nicht unbedingt nothwendig ist, er unterhielt die Respiration künstlich durch einen continuirlich durch die an ihrer Oberfläche durchlöcherten Lungen unterhaltenen Luftstrom (p. 262).

Es ist nicht ersichtlich, dass Mayow auch eine Absonderung gasförmiger Bestandtheile aus dem Blut in den Lungen nur vermuthet habe. Die Wichtigkeit der Exspiration leuchtet ihm ein aus der Thatsache, dass die in den Lungen befindliche Luft ihren Sauerstoff einbüsst. In den Worten pag. 263: »Circa exspirationem annotandum est, eam ulteriori adhuc usui inservire, viz. ut una cum aëre e pulmonibus ejecto, etiam halitus a sanguinis aestu excitati, exsufflentur« hat man unter aër wohl nur den Rückstand der Atmosphäre, unter halitus wohl nur Wasserdampf zu verstehen.

Bemerkenswerth ist Mayow's Vorstellung von der Nothwendigkeit fortwährender Sauerstoffzufuhr und von der Art des Todes durch Erstickung. Er sagt auf pag. 267: »Neque quidem absimili ritu in corde, ac in musculis caeteris, motus efficitur: verum effervescentiam motivam in ejusdem ventriculis fieri, haud existimo propter rationes supra allatas, sed in substantia ejus musculosa, non aliter quam in caeteris musculis.«

---

1) Da es den Botanikern interessant sein wird, zu erfahren, dass schon im 17. Jahrhundert von einer Respiration der Pflanzen gesprochen worden ist, setze ich die betreffenden Stellen hieher. Auf Seite 263 des citirten Werkes sagt Mayow: »Adeo enim ad vitam quamcunque sal istoc aëreum necessarium est, ut ne Plantae quidem in terra, ad quam aëri accessus praecluditur, vegetari possint; sin autem terra ista aëri exposita, sale hoc foecundante denuo impraegnetur, ea demum plantis alendis iterum idonea evadet. Plane ut vel ipsae Plantae aliqualem respirationem, aërisque hauriendi necessitatem habere videantur.«

Ferner heisst es auf Seite 283 in einem Vergleich der wachsenden Pflanze mit dem bebrüteten Ei: »sicut enim particulae nitro-aëreae, una cum calido, humidoque terram subeuntes, cum particulis ejus salinosulphureis exaestuant; a quo vita et respiratio vegetabilium dependet, prout alibi ostensum est, etc.«

»Quapropter, suppressa respiratione, cum sal illud aëreum, ad motum quemvis requisitum, deficiat, cordis pulsationem et consequenter sanguinis ad cerebrum affluxum interrumpi, mortemque sequi necesse erit. Ideo autem per aliquod tempus sine respiratione vivere licet; quia sanguis in pulmonum vasis contentus, et satis aëre impraegnatus, motui cordis saltem momento temporis sustinendo sufficit.«

Bemerkenswerth ist diese Vorstellung namentlich desshalb, weil aus anderen Stellen es so scheinen könnte, als ob Mayow Nervenfluidum und Sauerstoff vollständig identificire.

Wenn in dem Hook'schen Experiment mit Recht der erste Anfang der Kenntniss der Apnoe gesehen wird,[1] so that Mayow einen sehr bedeutenden Schritt weiter im Verständniss dieses erst neuerdings wieder in seiner physiologischen Bedeutung gewürdigten Zustandes, er stellte die Apnoe experimentell her durch Ueberleitung des arteriellen Blutes aus einem lebenden Hund in den anderen, und sah dass in dem letzteren das Athembedürfniss reducirt wurde oder schwand.

Athembedürfniss und Sauerstoffverbrauch scheint Mayow im Fötus hauptsächlich desshalb anzunehmen, weil er Muskelaction an ihm kennt, denn er bemisst nach der Grösse der letzteren dessen Sauerstoffbedürfniss. »Quocirca cum foetus in utero et ovo ab omni fere motu praeter unicum illum cordis ferietur, particularum Nitro-aërearum penus minutior, a materno sanguine arterioso, aut ab ovi liquoribus suppeditatus, eidem pro modulo suo abunde sufficit (pag. 282). Das »ab ovi liquoribus« bezieht sich auf die Vögel; vom Säugethierfötus sagt er p. 279, nachdem er die verschiedenen Ansichten über die Placentarfunction kritisirt hat: »His praemissis statuimus, sanguinem Embryi per Arterias Umbilicales ad Placentam sive caruncolas uterinas delatum, non tantum succum nutritium sed una cum eodem particularum nitro-aërearum portiunculam commeatu suo ad foetum advehere: plane ut sanguis infantuli per circulationem suam in vasis umbilicalibus factum, eodem modo ac idem in vasis pulmonibus,[2] particulis nitro-aëreis impraegnari videatur. Proinde ut placentam non amplius Iecur, sed potius Pulmonem Uterinum, nuncupandam esse arbitrer.«

»Si quis hic objiciat, istiusmodi[3] respirationem in utero, sine Arteriis Umbilicalibus institui posse; in quantum sc. satis esset, ut succus nutritius particulis nitro-aëreis refertus, per venam umbilicalem ad foetum appelleret. Respondeo ad respirationis vices supplendas continuo aëris affluxu opus esse; succum vero nutritium tantum esse non debere, quantus requiritur, ut idem perpetuo flumine ad infantulum adveniat; et proinde necesse esse, ut Arteriae umbilicales exstruantur, quo viz. sanguis arteriosus ad Placentam perpetim emissus, ibidem succi nutritii substantia aërea referti, portiuncula impraegnetur; indeque motu nunquam interrupto ad foetum in nutritionis simul, et respirationis usum revertatur.«

Dieser Einwand und die Art der Widerlegung desselben werden verständlich, wenn man bedenkt, dass Mayow von dem respiratorischen Gaswechsel nur die

---

1) Rosenthal, Studien über Athembewegungen. Du Bois Raymond und Reichert's Archiv. 1864. Seite 467.

2) Soll heissen pulmonalibus.

3) Diesen letzteren Ausspruch finden wir bereits einige Jahre früher bei Needham, Disquisitio anatomica de formato foetu Londini 1667, wo es pag. 114 heisst: »Certe qui placentam primus hepatis uterini nomine donavit, (das ist Arantius) poterat aeque pulmonem ipsius appellasse.« Freilich fehlte aber Needham die richtige Anschauung der Lungenfunction.

Sauerstoffeinnahme, nicht die Kohlensäureausscheidung kennt. Mayow fährt fort: »Enimvero verisimile est, si sanguis arteriosus, qui spiritu nitro-aereo imbutus est, loco venosi ad cor accederet, nulla omnino respiratione opus esse. Et hoc inde confirmari videtur, quod dum sanguis arteriosus ex uno Cane in alterum, noto jam experimento, transmittitur, canis in quem sanguis transfertur, quamquam antea anhelus, et intense respirans, sanguine tamen arterioso intus recepto, vix omnino respirare videtur.«

Man glaubt nicht, wenn man diese Worte liest, einen Mann des vorvorigen Jahrhunderts zu vernehmen. Es ist gewiss dem Mayow sehr hoch anzurechnen, dass er auf dem Boden der damaligen Kenntniss im Stande war, den Sauerstoff zu finden. Aber weit staunenswerther ist die Leistung, dass derselbe Mann, welcher durch eigene Experimente den Sauerstoff fand, in seinem kurzen Leben (er starb 34 Jahr alt) die Bedeutung dieses Stoffes für die thierische Oekonomie soweit ergründen konnte, dass ihm selbst die Apnoe bekannt und vollständig verständlich war, dass der ununterbrochene Sauerstoffverbrauch auch im Fötus ihm ausser Zweifel war auf Grund objectiver Kenntniss solcher Functionen an demselben, welche ohne Sauerstoffverbrauch nicht stattfinden, dass der Weg, auf welchem dem Fötus der Sauerstoff zugeführt wird, ihm bekannt war, und dass er den Zustand des Fötus in Bezug auf die Befriedigung seines Athembedürfnisses mit dem eines durch Transfusion apnoisch gemachten Hundes vergleichen konnte. Ich stehe nicht an, dem Mayow seiner wissenschaftlichen Bedeutung nach den Platz unmittelbar neben Harwey und gleichwerthig mit ihm anzuweisen. Seine historische Bedeutung, ich meine seine Bedeutung für die Weiterentwickelung der Wissenschaft ist freilich gegenüber der Harwey's verschwindend. Harwey wurde von seinen Zeitgenossen und Nachfolgern verstanden, Mayow nicht. Als Beweis, wie wenig er verstanden worden, genüge anzuführen, was Haller in seiner genau hundert Jahre später erschienenen Bibliotheca anatomica über ihn sagt. In seiner kurzen, sonst meist wunderbar scharf treffenden Weise sagt Haller über Mayow: »Iuvenis, ut ex pictura videtur, vir ingeniosus neque mathematum ignarus, caeterum in hypotheses pronior, quod fere commune ejus aetatis vitium fuit. Nitrum statuit per aërem obvolitans, quod in pulmones absorptum abeat in spiritus vitales . . . cet.«

Ich weiss dafür, dass Mayow auf die Entwickelung der Wissenschaft fast ohne Einfluss blieb, keinen anderen Grund, als dass er mit den Zielen seiner Forschung unter seinen Zeitgenossen zu isolirt dastand, dass er mit den Resultaten derselben über die Leistungen seiner Zeit um eine ganze Reihe von Menschenaltern hinausragt.

Mayow's Tractatus quinque medico-physici erschienen zu Oxfort 1674. Ob sie früher einzeln erschienen, ist mir nicht bekannt, doch geht aus einer Bemerkung Mayow's auf Seite 129 hervor, dass der Tractatus de respiratione früher von ihm veröffentlicht worden, als der in der Gesammtausgabe voranstehende wesentlich chemische De Sal Nitro et Spiritu nitro-aëreo. Mir liegt eine spätere Ausgabe vor: Johannis Mayow Londinensis Doctoris et Medici, nec non Coll. Omn. Anim. in Universitate Oxoniensi Socii, Opera omnia medico-physica, tractatibus quinque comprehensa. Hagae-Comitum, 1681.

Jena, den 13. Februar 1868.

Beobachtungen des pathologischen Instituts zu Jena im Jahre 1866

von

Wilhelm Müller.

Allgemeiner Theil.

Dem Bericht über die Beobachtungen des pathologischen Instituts zu Jena im Jahre 1866 schicke ich folgende Bemerkungen voraus.

Das pathologische Institut zu Jena verfügt in Folge der Liberalität der Aerzte fast über das ganze Sectionsmaterial der Stadt; dazu kommt eine beschränkte Zahl von Sectionen in den benachbarten Dörfern, welche durch die Poliklinik dem Institut zugewiesen werden. Ueber die Mortalitätsverhältnisse der Stadt Jena werden von dem Amtsphysicus Herrn F. Siebert sorgfältige Aufzeichnungen nach dem Muster des Registrar general geführt. Sie liefern die absoluten Sterblichkeitszahlen. Sie gewähren ferner einen Einblick in die Häufigkeit der verschiedenen Todesursachen und deren Vertheilung auf die einzelnen Lebensalter und Geschlechter. So zuverlässig und für den Statistiker unentbehrlich die ersteren Angaben sind, so wenig sind die letzteren frei von den Mängeln, mit welchen zur Zeit jede Statistik der Todesursachen behaftet ist. Diese Mängel sind begründet einmal in der Unvollkommenheit unsres Wissens. Sie gestattet in vielen Fällen nicht, die Art der Todesursache während des Lebens mit hinreichender Genauigkeit festzustellen, wodurch ein Theil der statistischen Angaben mehr oder weniger willkürlich wird, wenn die Controle durch die Section mangelt. Sie sind zweitens begründet in der Unvollkommenheit der Methode. Da, wie S. Wilks in seinem lesenswerthen Aufsatz Acute and chronic disease mit Recht hervorgehoben hat, der Tod viel häufiger die Folge einer Combination von Ursachen ist, als man gewöhnlich annimmt, so kann eine Zusammenstellung, welche jeden Todesfall unter eine bestimmte Rubrik einreiht, nur einen annähernden Ausdruck der wirklichen Verhältnisse darstellen.

Hievon ganz abgesehen findet bei einer Statistik der Todesursachen

eine ganze Reihe von Krankheitsprocessen, welche häufig den Morbilitätsverhältnissen einer Gegend ein charakteristisches Gepräge verleihen, aus dem Grunde keine Berücksichtigung, weil sie in der Regel nur durch besondere Complicationen den Tod herbeiführen. Man würde in den officiellen Todtenlisten vergebens Nachweise über die Häufigkeit des Kropfs, des runden Magengeschwürs, der Uteruserkrankungen in hiesiger Gegend suchen. Es ist aber unzweifelhaft für den Statistiker nicht blos von Interesse zu wissen, welche Krankheiten in einer Gegend den Tod der Einwohner herbeiführen, sondern auch zu erfahren, mit welcher Häufigkeit namentlich chronische Processe bei denselben sich finden, da letztere hauptsächlich es sind, welche die Arbeitsfähigkeit der Individuen in ausgiebigerem Grade beeinträchtigen.

Ein pathologisches Institut vermag diesem Verlangen der Statistik innerhalb gewisser Grenzen zu genügen, insofern dasselbe alle die Veränderungen registrirt, welche überhaupt bei den geöffneten Leichen sich vorfinden, mithin einen Einblick in die Häufigkeit aller der Krankheitsprocesse gewährt, welche mit bleibenden Formänderungen im Organismus einhergehen. Wie werthvoll die Ergänzung ist, welche die officiellen Todtenlisten in dieser Hinsicht durch die Aufzeichnungen des pathologischen Instituts erhalten, ergibt sich aus dem Umstand, dass das Verhältniss der in Jena Verstorbenen, welche secirt werden, zu den überhaupt Verstorbenen durchschnittlich gegen 70 Procent beträgt.

Es ist klar, dass es zur Herstellung einer Morbilitätsstatistik Jena's, soweit das pathologische Institut eine solche zu liefern vermag, einer längeren Beobachtungszeit bedarf. Die Beobachtungen der einzelnen Jahrgänge haben bei der Beschränktheit des Materials, welches eine Stadt von 8000 Einwohnern liefert, nur Werth, insofern sie Glieder einer grössern Beobachtungsreihe darstellen und zugleich einen Einblick in die periodischen Schwankungen der betreffenden Verhältnisse gewähren.

Zur Erleichterung der Uebersicht sind an der Spitze der nachstehenden Mittheilungen die verschiedenen Todesursachen in üblicher Weise tabellarisch zusammengestellt. Ausser den in statistischer Hinsicht wichtigen Beobachtungen wird der vorliegende allgemeine Theil zugleich jene enthalten, welche grösseres wissenschaftliches Interesse darbieten und eine kurze Darlegung gestatten. Der in dem nächsten Heft dieser Zeitschrift erscheinende specielle Theil wird eine Reihe von Detailbeobachtungen in ausführlicher Darlegung bringen.

Die Zahl der im Lauf des Jahres 1866 vom pathologischen Institut zu Jena geöffneten Leichen beträgt 135. Die Vertheilung der hauptsächlichen Todesursachen auf diese 135 Leichen ergibt sich aus nachstehender Zusammenstellung:

Todesursache	0—1 M.	W.	2—10 M.	W.	11—20 M.	W.	—30 M.	W.	—40 M.	W.	—50 M.	W.	—60 M.	W.	—70 M.	W.	—80 M.	W.	
Carcinom																			
des Uterus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	
» Darms	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	
der Brustdrüse . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	
» Nieren	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Epitheliom																			
der Saamenblasen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	17
» Blase	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	
des Uterus	—	—		—		—	—	—	—	3	—	—	—	1	—	—	—	1	
» Kehlkopfs . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	
Adenom																			
derGland.thyreoid	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	
» » pituit. .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	
Sarkom																			
des Gehirns . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	
der Lungen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	
Tuberkulose																			
der Hirnhaut . . .	—	—	2	1	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
» Lungen	—	—	—	2	3	1	3	—	2	—	3	—	1	—	2	1	—	—	24
» Knochen . . .	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	
Syphilis	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Lupus	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Typhus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
Scorbut	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
Krankh. des Nervensystems																			
Pachymeningitis .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	
Leptomeningitis .	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	9
Hydrocephalus . .	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
Haemorrhag. cer.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	
Krankh. d. Circuls.																			
Pericarditis	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	
Endocarditis . . .	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	1	—	—	1	—	—	
Aneurysma cordis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	15
» aortae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	
Phlebitis	1	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	
Kr. des Respirs.																			
Diphtheria laryn.	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Bronchopneum. .	—	—	3	1	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	
Pneumon. crupos.	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2	1	1	—	2	—	1	
» chron.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—	25
Emphysema . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	2	—	
Pleuritis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	
Asphyxia	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Kr. des Digests.																			
Incarcer. intest. .	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—	—	
Catarrh. intest. .	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17
Cholera	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	
Dysenteria	2	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1	1	—	—	—	1	
Abscess. hepatis .	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Echinococc. hep.	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Kr. des uropoet. S.																			
Nephritis tubul. .	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—		1	—	1	—	—	—	9
» interst.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	
» suppurat.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	
	9	5	7	5	5	2	6	1	9	10	11	7	7	8	6	11	6	5	120
	14		12		7		7		19		18		15		17		11		

Todesursache	0—1 M.	0—1 W.	2—10 M.	2—10 W.	—20 M.	—20 W.	—30 M.	—30 W.	—40 M.	—40 W.	—50 M.	—50 W.	—60 M.	—60 W.	—70 M.	—70 W.	—80 M.	—80 W.	
Pyelitis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	
Diabetes	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Kr. des Genitals.																			
Diphtheria uteri .	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	4
Ruptura »	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Kr. der Haut																			
Erysipelas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	
Wunddiphtherie .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	2
Kr.d.Bewegungss.																			
Rachitis	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Knochenbruch . .	—	—	1	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	6
Vergiftung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
	9	7	8	5	5	3	7	2	11	13	11	8	7	10	7	11	6	5	135
	16		13		8		9		24		19		17		18		11		

Tuberkulose

fand sich als frischer, noch im Fortschreiten begriffener Process in 27 Leichen, dies gibt ein Verhältniss von 20 %. Die beobachteten Fälle lassen sich in drei Gruppen bringen, je nachdem Tuberkulose für sich dem Leben ein Ziel setzte oder der Tod durch eine Complication erfolgte oder in den Leichen Veränderungen sich fanden, welche als disponirende Momente für die Entwicklung der Tuberkulose betrachtet werden konnten.

Der ersteren Gruppe gehören 14 Fälle an; nur in einem war die Tuberkulose auf die Lungen beschränkt, in allen übrigen auf mehrere Organe, namentlich Lungen, Lymphdrüsen und Darm ausgebreitet.

In die zweite Gruppe gehören 4 Fälle: Bei einem 44jährigen Mann kam es in Folge von Perforation der rechten Lunge durch tuberkulöse Verschwärung zu Pleuritis und Pneumothorax; bei einem 45j. Mann hatte sich im Anschluss an periphere vereiternde Lungentuberkulose eitrige Pleuritis entwickelt. Ein 68j. Tuberkulöser erlag einer hämorrhagischen Pachymeningitis. Bei einem 17j. Tuberkulösen, welchem wegen Caries des linken Kniees der Oberschenkel im unteren Dritttheil amputirt worden war, hatte sich diffuse eitrige Periostitis längs des ganzen Stumpfs entwickelt, an welche sich fibrinös-eitrige Pericarditis anschloss.

In der dritten Gruppe lassen sich 9 Fälle unterbringen. Bei 3 Individuen hatte sich Tuberkulose an chronische Pneumonie und Bronchialerweiterung angeschlossen; in 2 Fällen war das disponirende Moment aller Wahrscheinlichkeit nach durch rundes Magengeschwür gegeben. Bei einem 15j. Mädchen hatte sich Tuberkulose im Verlauf

eines weit verbreiteten Lupus entwickelt, bei einem 30j. Mann im Anschluss an chronische tubuläre Nephritis, bei einem 32j. Mann im Anschluss an Diabetes. Zahlreiche miliare Tuberkelknötchen neben umfangreicheren Knoten und verschieden grossen Cavernen in beiden Lungen sicherten in diesem Fall die Diagnose. Bei einer 67 j. Frau fand sich acute und subacute Tuberkulose neben ausgedehnter deformirender Endarteritis, Verkalkung fast aller Knorpel des Körpers und beträchtlichem Kalkinfarct beider Nieren.

Von den einzelnen Formen der Tuberkulose sind folgende hervorzuheben. Acute Tuberkulose der Hirnhäute fand sich in 5 Fällen, stets im Anschluss an eine ältere Tuberkulose der Lungen oder Lymphdrüsen. In 4 von diesen 5 Fällen war beträchtlicher Wassererguss in die Gehirnventrikel vorhanden ohne Trübung oder Eiterbeschlag des Ependyms. In keinem dieser Fälle wurde eine zum Theil reichliche Einsprengung miliarer Tuberkelknötchen in die mittleren und seitlichen Plexus und in die Pia am Hirnschlitz vermisst. Plexus und Pia zeigten sich lebhaft injicirt und ödematös geschwellt, gleichfalls ohne Trübung oder Eiterbeleg. Dieser Sachverhalt legt es nahe, die Steigerung der Transsudation wenigstens zum Theil aus der Drucksteigerung abzuleiten, welche durch die Entwicklung der Neubildung und die damit verbundene Schwellung des Gewebes der Pia im Hirnschlitz im Gebiete der Venae magnae Galeni zu Stande kommen muss.

In zwei Fällen fand sich neben acuter Tuberkulose der Pia auch solche der Dura mater. Bei einem vierjährigen Knaben wurden nahe dem vordern Rand des Foramen magnum mehrere stecknadelkopfgrosse Tuberkelknötchen auf der Dura mater beobachtet neben zahlreichen analogen Knötchen in den Meningen der Hirnbasis und den Plexus, die Arachnoides mit der Dura der Schädelbasis mehrfach locker verwachsen. Bei einem 37jährigen Mann zeigte die Dura zu beiden Seiten der Hinterhauptbasis namentlich an den Stellen, welche den seitlichen Plexus des vierten Ventrikels anliegen, mehrfache miliare Tuberkelknötchen, welche ihrer Oberfläche theils mehr theils weniger fest anhafteten, die Meningen mit der Dura am Clivus mehrfach locker verwachsen, sie selbst und die Plexus reichlich mit miliaren Tuberkelknötchen durchsetzt.

Beide Beobachtungen stimmen mit dem von B. Wagner im VII. Jahrgang des Archivs der Heilkunde veröffentlichten Befund überein. Ich bin jedoch zu einer andren Auffassung des vorliegenden Processes geneigt als sie B. Wagner gegeben hat. Es scheint mir keine Nöthigung vorzuliegen, in einem dieser Fälle eine von der Dura ausgehende Tuberkulose anzunehmen. So wenig von vornherein die Möglichkeit sich

bestreiten lässt, dass die der Bindesubstanz der Dura angehörenden Zellen ebensogut wie jene der Pleura costalis Tuberkelknötchen zu produciren im Stande sind, so glaube ich doch, dass die vorliegenden Befunde ungezwungen durch die Annahme sich erklären, dass es sich um eine von der Pia und den Plexus ausgehende Tuberkulose handelt, wobei einzelne Tuberkelknötchen an der Berührungsstelle mehr oder weniger fest mit der Dura durch peripherische Bindesubstanzneubildung verwachsen sind. Für diese Auffassung spricht: die Anhäufung der Tuberkelknötchen an Stellen der Dura, welche mit tuberkulösen Parthien der Meningen oder Plexus in unmittelbarer Berührung stehen, die lockere Verwachsung beider Membranen, endlich die augenscheinlich aufgelöthete Beschaffenheit eines Theils der Knötchen.

Tuberkulose des Anfangstheils des Oesophagus fand sich bei einem 15jährigen Mädchen. Neben weitverbreitetem ulcerösen und desquamativen Lupus der Haut und knotigem Lupus des Kehldeckels fand sich chronische und acute Tuberkulose der Lungen, des Darms und der Mesenterialdrüsen. In der vordern Wand des Anfangstheils vom Oesophagus fand sich ein elliptisches der Längsachse des Oesophagus parallel laufendes Geschwür von 1 Centimeter Länge bei 1/2 Cent. Breite mit scharfem glatten Rand und flacher mit einzelnen miliaren Tuberkelknötchen besetzter Basis.

Tuberkulose des Knochensystems fand sich bei einem 7jährigen Knaben in Form multipler zum Theil symmetischer Auftreibungen verschiedener Knochen mit ausgedehnter Verkäsung und peripherischer Knötcheneinlagerung. Der Tod war durch weit verbreitete Lungen-, Darm- und Lymphdrüsentuberkulose und vorgeschrittene Amyloiddegeneration von Leber, Milz, Nieren und Nebennieren erfolgt. Zweimal erhielt das Institut von Herrn Geh. Hofrath Ried mit Caries behaftete Extremitäten, bei welchen die methodische Untersuchung Tuberkulose als Ursache der Knocheneiterung nachwies. Diese Fälle werden im speciellen Theil ausführlicher besprochen werden.

Krebs.

Hier ist zunächst hervorzuheben ein multipler atrophirender Skirrhus des Darms und Mesenteriums bei einer 60j. Frau. Es fand sich eine ringförmige krebsige Stenose des Mastdarmanfangs, eine zweite in der Mitte des Colon transversum, jede etwa 2 Centimeter breit, ausserdem zahlreiche plattenförmige zum Theil mit narbenartigen Ausläufern in die Umgebung übergreifende Faserkrebse im Mesenterium, welche durch mehrfaches Uebergreifen auf den Dünndarm eine Anzahl leichterer

Stenosen und Knickungen in dessen Verlauf herbeigeführt hatten. Daneben zahlreiche secundäre Krebse auf den Pleuren und dem Herzbeutel.

Von Interesse ist ferner ein Faserkrebs des Uterus mit Freilassung des Cervix und der oberflächlichen Schleimhautparthien. Bei einer 47jähr. Frau, welche seit einem Jahr neben dumpfen Schmerzen im Becken und zunehmendem Marasmus profuse Menstrualblutungen dargeboten hatte, entwickelte sich Oedem beider Beine und nach einiger Zeit Pleuritis mit rasch tödtlichem Verlauf. Der Uterus fand sich in eine faustgrosse Geschwulst verwandelt von fester Consistenz, auf der Schnittfläche grauweisser Farbe und speckigem Glanz, seine Wandung 2—3 Centimer dick, die Schleimhaut geschwellt und sehr gefässreich, an die Unterlage fixirt, ihre Oberfläche jedoch unversehrt; die Neubildung gegen die obere Parthie des Cervix hin ohne scharfe Grenze sich verlierend, der Muttermund unverändert. Ausgedehnte zum Theil von Krebsknoten durchsetzte Verwachsungen zwischen Tuben und anliegenden Organen, mehrere kleine Krebsknoten im rechten Ovarium, zahlreiche miliare zum Theil von Pigmenthöfen umgeben im Netz, Mesenterium, und der Serosa der Leber; chronischer Katarrh des untern Theils des Oesophagus, diffuse krebsige Infiltration seiner Schleimhaut und Submucosa im oberen Drittheile. Ausserdem Thrombose beider Venae iliacae, der rechten Jugularis und Subclavia, Embolie der Lungenarterie, Abscesse und Gangrän beider Lungen mit consecutiver Pleuritis.

Epitheliale Geschwülste.

In dieser Gruppe fasse ich alle jene Neubildungen zusammen, bei welchen eine deutliche Wucherung charakteristischer Epithelien neben einer solchen der Bindesubstanz des Körpers vorhanden ist. Ich rechne hieher die Kystome, welche, wie aus den Untersuchungen von Wilson Fox und Braxton Hicks an jenen das Ovarium hervorgeht, ungezwungen aus gleichzeitiger Wucherung von Derivirten des ursprünglichen Epithelialrohrs und Faserblatts sich ableiten lassen; die Adenome, auf welche die Virchow'sche Bindegewebskörperhypothese nie allgemeine Anwendung gefunden hat, endlich die Epitheliome, welche nicht nur in der durch die Anwesenheit von Pflasterepithelien charakterisirten Form, wie C. Thiersch gezeigt hat, sondern auch in der ganz analogen mit Cylinderepithelien versehenen dieser Ableitung sich fügen.

Pflasterepitheliom des Larynx fand sich bei einem 78jährigen Mann, welchem einige Monate früher ein Epitheliom des rechten unteren Augenlids exstirpirt worden war. Beide Stimmbänder waren in zerklüftete,

mit zahlreichen warzigen Excrescenzen bedeckte Geschwüre verwandelt mit gelblich weisser speckig glänzender Schnittfläche und dem für das Pflasterepitheliom charakteristischen Bau. Dabei vorgeschrittene Amyloiddegeneration der Nieren, Thrombose der linken Cruralvene und Lungenarterienembolie mit ihren Folgen.

Von den 5 Fällen von Epitheliom des Uterus waren 4 Pflasterepitheliome; sie waren alle augenscheinlich von der oberen Parthie der Scheide ausgegangen. Im fünften Fall hatte sich bei einem 32jähr. ledigen Mädchen Cylinderepitheliom entwickelt. Ausser der charakteristischen Veränderung des Uterus, welche den Cervix in grosser Ausdehnung zerstört hatte, fanden sich beide Ovarien in höckerige wallnuss- resp. apfelgrosse Geschwülste verwandelt, welche im Innern eine gelblich weisse käsige Masse beherbergten. Die ganze Masse bestand aus körnigem Detritus, untermischt mit zahlreichen theils mehr theils minder erhaltenen Cylinderepithelien. Es fanden sich ferner in den lumbaren und dorsalen Lymphdrüsen, in Lunge, Leber und Darmschleimhaut zahlreiche theils miliare theils umfangreichere Epitheliomknoten, welche in ihrem Bau mit der Neubildung am Uterus übereinstimmten.

Es gehört hieher ferner ein sogenannter Zottenkrebs der Blase, welcher durch wiederholte Blutungen neben rechtsseitiger interstitieller Nephritis eine 64jähr. Frau dahin gerafft hatte. Die Geschwulst sass im Umfang eines Doppelthalers im Trigonum vesicae; ihre Oberfläche zeigte eine grosse Zahl bis 4 Centimeter langer zottiger Excrescenzen; die Basis war theilweise zerklüftet, weich, von gelblich weisser Farbe. Die Untersuchung ergab an den Zotten den von Gerlach und Lambl genügend beschriebenen Bau, die Basis bestand aus einem lockeren zum Theil im Granulationszustand befindlichen Bindegewebsstroma, zwischen dessen Maschen theils rundliche theils schlauchförmige Hohlräume sich fanden, welche an der Peripherie von einem deutlichen aber flachen Cylinderepithelium ausgekleidet waren, während die centralen Parthien dicht angehäufte theils cylindrische theils mehr abgeflachte Epithelien enthielten. Ich kann auf Grund dieses Befundes die in Frage stehende Zottengeschwulst nur für ein Cylinderepitheliom halten und sehe in den zottigen Auswüchsen der Bindesubstanz der Blase lediglich das Analogon der zottigen und warzigen Wucherungen, welche bei den Epitheliomen der Magen- und Darmschleimhaut und jenen der äusseren Haut etwas Gewöhnliches sind.

Hierher gehört endlich ein Fall von Cylinderzellenepitheliom beider Samenblasen bei einem 71jähr. Mann, soviel mir bekannt, der einzige

bisher beobachtete. Er wird im speciellen Theil ausführlich beschrieben werden.

An die Epitheliome reiht sich an ein umschriebenes Adenom der vordern Wand des Anfangstheils vom Oesophagus, welches in Form einer bohnengrossen flachen leicht höckerigen Geschwulst bei einem 50jähr. an Cholera verstorbenen Mann gefunden wurde. Zahlreiche weite Oeffnungen von Drüsengängen liessen schon mit unbewaffnetem Auge den Charakter der Geschwulst erkennen.

Bei den Adenomen reihen sich am zweckmässigsten die Vergrösserungen der Schilddrüse und des Hirnanhangs ein. Beide lassen sich als traubige Drüsen mit obliterirten Ausführungsgängen und selbständig gewordenen Terminalbläschen auffassen. Die Häufigkeit, mit welcher Veränderungen der Schilddrüse in Form von Struma in hiesiger Gegend auftraten, ergibt sich daraus, dass nicht weniger als 17 Fälle = 12. 5 % verzeichnet worden sind, mithin jede achte Leiche mit einem deutlichen Kropf behaftet war. Die beiden Geschlechter betheiligten sich hieran in sehr ungleicher Weise, indem die 17 Fälle auf 4 Männer und 13 Weiber sich vertheilen. Hervorzuheben ist ein Fall von angeborenem Kropf bei einem Mädchen, welches während der Geburt asphyktisch starb. Beide Schilddrüsenlappen waren vom Umfang je eines mässigen Hühnereies, das Gewebe braunroth, deutlich körnig, ziemlich blutreich. In der verengten Trachea fand sich ein mekoniumhaltiger Schleimpfropf.

Bei einem 83jähr. Mann fand sich neben vorgeschrittener Gehirnatrophie und Hydrocephalie eine wallnussgrosse Struma der Glandula pituitaria, die sich im Verlauf mehrerer Jahre langsam entwickelt hatte. Nur der drüsige Theil der Hypophysis war an der Geschwulst betheiligt. Der Fall wird im speciellen Theil ausführlicher besprochen werden.

Kystome der Nieren wurden in 4, solche der Ovarien in 7 Fällen beobachtet, bei zweien der letzteren zeigten die Geschwülste dermoiden Inhalt. Bei einer 68jähr. Frau hatte ein im rechten breiten Mutterband zwischen Tube und Ovarium mithin wahrscheinlich von einem Rest des Wolff'schen Körpers aus entwickeltes Kystom durch mehrere an dasselbe sich ansetzende Pseudomembranen Gelegenheit zu Einklemmung des Ileum gegeben.

An diese mit den Genitalorganen nachweisbar in Zusammenhang stehenden Kystome reihe ich an eine ellipsoidische reichlich wallnussgrosse mit klarer lymphartiger Flüssigkeit erfüllte Cyste, welche sich an der rechten Seite der Aorta abdominalis nahe dem Abgang der rechten Arteria spermatica int. vorfand und welche möglicherweise mit einem abgeschnürten Organrest aus der Zeit der ersten Entwicklung der Genitalien in Beziehung gesetzt werden muss. Die Ge-

schwulst fand sich bei der schon erwähnten an Cylinderepitheliom der Blase verstorbenen 64jährigen Frau.

Bindesubstanz-Geschwülste.

In dieser Gruppe fasse ich alle jene Geschwülste zusammen, welche aus der Wucherung eines der Bindesubstanzreihe angehörenden Gewebes hervorgehen. Es gehören mithin hieher nicht nur die eigentlichen Neubildungen von Bindesubstanz in fertiger oder embryonaler Form die Fibrome, Myxome, Sarkome und Lipome, sondern auch die Chondrome und Osteome.

Fibrome und Fibromyome in der Dicke der Uteruswand wurden bei 4, solche im Ovarium bei 2 Frauen beobachtet. Auf der Schleimhaut des Uterus hatten sich Bindesubstanzneubildungen in Form theils flacher theils polypöser Geschwülste bei 4 Frauen entwickelt, in 3 Fällen ausschliesslich im Cervix. Die Geschwülste zeigten stets eine ziemlich weiche Beschaffenheit; in einem Fall hatten sich die Uterusdrüsen in ausgiebigerer Weise an der Neubildung betheiligt.

Ein faustgrosses Lipom der rechten Inguinalgegend fand sich bei einer 64jährigen Frau.

Von besonderem Interesse ist die Beobachtung eines wallnussgrossen lappigen scharf umschriebenen Myxoms der Lunge einer 65jährigen an Insufficienz der Bicuspidalklappe und mässiger Aortenstenose verstorbenen Frau. Trotz sorgfältiger Untersuchung der Körpertheile, in welchen Myxome häufiger primär sich entwickeln, gelang es nicht, eine zweite Neubildung der Art aufzufinden, so dass die Geschwulst als ein primäres Myxom der Lunge betrachtet werden muss.

Spindelzellensarkome fanden sich in 2 Fällen im Gehirn, sie werden seiner Zeit im Zusammenhang mit einer grösseren Reihe analoger Hirngeschwülste beschrieben werden. Bei einer 60jähr. Frau war ein Spindelzellensarkom aus der Fascie des linken Oberschenkels exstirpirt worden. Sie erlag den Erscheinungen zunehmender Lungeninsufficienz. Es fand sich ein reichlich kindskopfgrosser Tumor, welcher das obere Dritttheil der rechten Pleurahöhle ausfüllte und mit der comprimirten Lunge fest verwachsen war neben zahlreichen sarkomatösen Tumoren in Lungen, Costalpleura und parietalem Blatt des Herzbeutels. Zugleich fand sich im Uterus eine bohnengrosse grauweisse markige Geschwulst von der Schleimhaut des Fundus ausgehend, welche bei der Untersuchung als ein Spindelzellensarkom sich erwies.

Angiome.

Ich fasse diese Bezeichnung in einem weiteren Sinn als dies gegewöhnlich geschieht und begreife darunter alle Geschwülste, welche einer Wucherung von Derivirten des embryonalen Gefässrohrs ihre Entstehung verdanken. Ich rechne somit hieher nicht nur die Teleangiektasien und cavernösen Geschwülste, sondern auch die wahren Aneurysmen und den Varix. Beide gehen aus einer flächenhaften Hyperplasie des Gefässrohrs hervor und verhalten sich meiner Ansicht nach zu den Veränderungen, welche die Endarteritis und Endophlebitis deformans hervorbringt, analog wie ein Fibrom der Pleura sich verhält zu der diffusen Hyperplasie durch chronische Pleuritis.

Hier ist zu erwähnen ein Aneurysma des Aortenbogens, welches sich bei einem 69jähr. Mann entwickelt hatte. Neben den gewöhnlichen Erscheinungen waren jene einer Lähmung des linken Stimmbandes vorhanden. Es fand sich ein kopfgrosses Aneurysma des Aortenbogens mit Erosion der Wirbel, Schwund und blassgelbliche Färbung des linken Musc. crico-arytaenoideus posticus neben Verdünnung und graulicher Färbung des linken N. laryngeus inf.

Venöse Angiome der Leber fanden sich bei 2 Männern von 48 resp. 51 Jahren; sie waren in keinem Fall über kirschengross.

Neurome.

Ich fasse diese Bezeichnung in der Ausdehnung, welche Virchow in seiner bekannten Abhandlung ihr gegeben hat. Es gehört hieher ein ächtes Neurom, welches bei einer 55jährigen im hiesigen Irrenhause verstorbenen Frau am linken Nervus peronaeus sich entwickelt hatte. Ausser dieser peripherischen Anomalie fand sich eine sehr merkwürdige Veränderung in der ganzen Ausdehnung des Rückenmarks, welche wesentlich an die Gefässscheiden gebunden war und im speciellen Theil ihre ausführliche Darstellung finden wird.

Syphilis.

Mit Sicherheit wurde Syphilis nur bei 5 Leichen nachgewiesen. Ein 15jähriger Steinschleifer zeigte neben Bronchialerweiterung und Lungentuberkulose allgemeine Hyperplasie der Lymphdrüsen, in beiden Hoden die Reste früherer Gummigeschwülste in Form theils käsiger theils verkalkter Einlagerungen. Bei einer 39jährigen an eitriger Leptomeningitis verstorbenen Frau fand sich eine frische Gummigeschwulst der Leber neben granulösem Katarrh des Uterus und der Vagina. Ein

fünf Tage alter Knabe zeigte neben Pemphigus der untern Extremitäten eitrige Infiltration der centralen Partie der Thymus. Ein 31jähr. Irre hat Narben am Penis, im Rachen, in der Leber.

Von besonderem Interesse ist die Beobachtung einer Gummigeschwulst im Gehirn bei einem [illegible] Knaben. Ausser Pemphigus und unreinem Hautsyphilid fand sich Foramen ovale und Ductus arteriosus offen, letzterer nur in beiden Insertionspunkten unbedeutend verengt. Das Marklager des Gehirns hat bei gallertiger Consistenz eine leicht rosenrothe Färbung. Ueber dem linken Hornstreif etwa dessen Mitte entsprechend das subependymale Gewebe im Umfang einer Linse auffallend derb, schwielig und von gelblich-weisser Färbung. Im rechten Centrum semiovale nach Aussen vom Thalamus opticus eine erbsengrosse weissliche [illegible] mit Ausläufern in die Umgebung übergehende Einlagerung, in deren Mitte eine umschriebene Verkäsung.

Nervensystem.

Pachymeningitis interna wurde in 8 Fällen beobachtet, dreimal als chronischer Process und zwar in mässigem Grad und mit zahlreichen [illegible] Extravasaten bei einem 63jährigen Tuberkulösen und einem 71jährigen Irren, mit kolossal umfangreichem Hämatome, welche den Tod unter den Erscheinungen des Hirndrucks herbeiführten, bei einem 44jährigen Irren. Als acuter Process wurde sie in 4 Leichen angetroffen. Da bei 140 Leichen die Schädelhöhle untersucht werden konnte, ergiebt sich ein Procentverhältniss von 5,7.

Bei 4 Irren waren es nur die übereinstimmend in allen Fällen vorhandenen Veränderungen im Centralnervensystem, welchen der Tod zugeschrieben werden konnte. Diese bestanden in deutlichem Gehirnschwund, Wassererguss in die Arachnoidealräume des Gehirns und Rückenmarks und in die Gehirnventrikel, Erweiterung der letzteren mit Verdickung und Granulirung des Ependyms. Eines dieser Individuen hatte zwei Jahre lang die charakteristischen Erscheinungen des paralytischen Blödsinns dargeboten; die Resultate der methodischen Untersuchung des Gehirns und Rückenmarks werden später veröffentlicht werden.

Im speciellen Theil wird der Fall einer 31jährigen Frau ausführlich geschildert werden, welche gleichfalls in dem hiesigen Irrenhause, einer reichen Fundgrube interessanter Veränderungen des Centralnervensystems, gestorben war. Neben den Erscheinungen der Erotomanie und zunehmenden Blödsinns zeigte sie schon beim Eintritt in die Anstalt eine auffallende Abmagerung des einen und Vergrösserung des andern

Wade neben Klumpfussstellung beider Füsse. Die Section ergab einfache Atrophie und Fettdegeneration der Muskeln des einen, Atrophie und Lipomatose jener des andern Unterschenkels und Fusses, eine umschriebene Veränderung an dem Centralkanal im unteren Abschnitt des Lendenmarks und hochgradigen Hydrocephalus.

Frische Hämorrhagie im linken Sehhügel setzte bei einem 39jähr. seit längerer Zeit an tubulärer Nephritis und mässiger Herzvergrösserung leidenden Mann, eine umfangreiche Hämorrhagie im rechten Centrum semiovale bei einem 66jährigen bisher gesunden Mann dem Leben ein Ziel. In letzterem Fall fand sich neben Vergrösserung und Lipomatose des Herzens mässiggradige Verfettung der Hirnarterien.

Bei einem 9jährigen Mädchen, einer 60- und einer 57jähr. Frau fanden sich im Anschluss an ulceröse Endocarditis die Residuen embolischer Gefässverstopfungen des Gehirns in Form gelber Heerde in den Frontalwindungen resp. dem Hornstreif und der linken Insel.

Endlich wurden bei einem 61jähr. Mann mehrere Cysticerken im rechten Streifenhügel neben solchen im Musc. biceps brachii dextri beobachtet.

Circulationssystem.

An die Spitze der hieher gehörigen Beobachtungen stelle ich einen Fall von angeborener Lungenarterienstenose bei einem dreiwöchentlichen Knaben, welcher auf der Klinik des Herrn Hofrath [illegible] zur Beobachtung kam. Das Kind hatte von der Geburt an die Erscheinungen der Venenstauung dargeboten und war unter hochgradiger Cyanose gestorben. Es fand sich ausgebreitetes Oedem des Unterhautbindegewebes neben mässigem Lungenoedem. Der Herzbeutel in grösserem Umfang als normal frei liegend, in seiner Höhle 1 Cubikcentimeter klarer Flüssigkeit, seine beiden Blätter glatt und glänzend. Herz etwas vergrössert, rundlich, mit einer seichten queren Einziehung in der Mitte des rechten Ventrikels. Die Lagerungsverhältnisse der grossen Gefässe normal. Herzmuskel braunroth, fest, in beiden Ventrikeln von gleicher zwischen 4 und 6 Mm. betragender Dicke. Der rechte Vorhof weit, sein Endocard glatt und glänzend. Foramen ovale mit vollständig schliessender Klappe versehen, deren Ränder nur im Umfang einer Linse unverwachsen sind. Ostium venosum dextrum von normaler Weite, Valvula tricuspidalis normal gestaltet, mit geringer Wulstung ihrer Ränder, die Sehnenfäden theilweise verschmolzen und etwas verkürzt. Das Endocard des rechten Ventrikels allenthalben getrübt und verdickt, am Sinus, welcher erweitert ist, 0,4 Mm. messend, im Conus in eine derbe 2 Mm. dicke Schwiele verwandelt, welche denselben ringförmig einschnürt. Der

Conus beträchtlich verengt, an der Spitze auf eine Anzahl schmaler zwischen den Trabekeln liegender Spalten reducirt. Ostium arteriosum pulmonale verengt, 8 Mm. im Umfang betragend, die Semilunarklappen sowohl unter sich als theilweise mit der Gefässwand verwachsen, letztere in Längsfalten gelegt. Die Lungenarterien jenseits des Ostium 16 Mm. im Umfang haltend, Ductus arteriosus offen, nur am Ursprung unbedeutend verengt, 5 Mm. im Durchmesser. Septum ventriculorum ohne Veränderung. Der linke Ventrikel und Vorhof normal weit, weder am Endocard noch an den Klappen eine Veränderung zeigend. Die Aorta vor der Einmündungsstelle des Ductus arteriosus 18, hinter derselben 16 Mm. im Umfang messend, ihre Klappen normal gestaltet und schlussfähig. Im übrigen Körper ausser hochgradigem Harnsäureinfarct beider Nieren nichts Bemerkenswerthes.

Die Unversehrtheit des Septum ergibt, dass dieser Fall zu der dritten von Peacock in seinem bekannten Werke aufgestellten Gruppe gehört, die Erkrankung des Herzens mithin erst nach der 12. Woche des Fötallebens aufgetreten ist. Aus den Veränderungen am Klappenapparat, der Dicke der Schwiele, der unversehrten Beschaffenheit der unterliegenden Musculatur schliesse ich, dass die Lungenarterienstenose in diesem Fall lediglich durch Endocarditis bedingt ist; aus der Faltung der im Stamm normal weiten Lungenarterie an der verengten Ursprungsstelle glaube ich schliessen zu dürfen, dass dieselbe erst in einer relativ späten Periode des intrauterinen Lebens aufgetreten ist. Der Umstand, dass das Kind von der Geburt an die Erscheinungen von Venenstauung darbot, macht es wahrscheinlich, dass zu dieser Zeit die Veränderung im Herzen bereits fertig ausgebildet war. Welche Momente die Endocarditis hervorriefen, liess sich nicht eruiren, da die Mutter während der Schwangerschaft keine Anomalie darbot, welche als disponirende Ursache hätte betrachtet werden können.

Daran schliesst sich an ein Fall von erworbener schwielenbildender Endomyocarditis mit wahrem Herzaneurysma bei einem 57jähr. Mann, welcher während der Arbeit auf dem Felde plötzlich umfiel und sogleich todt war. Ausser dumpfen Schmerzen in der Herzgegend, welche schon seit längerer Zeit bestanden, hatte derselbe keine abnormen Erscheinungen dargeboten. Die Section ergab das Gehirn normal, etwas anämisch, in den Lungen keine Veränderung. Herzbeutel mit dem Herzen allseitig durch kurze bindegewebige Adhäsionen verbunden. Herz normal gross, schlaff, rechterseits mässiger Fettgehalt im subpericardialen Bindegewebe, am Endo- und Myocard einzelner Papillarmuskeln schwielige Verdickung. Die Wandung des linken Ventrikels normal dick, ausgedehnte Trübungen des Endocard neben Schwielen-

bildung in den Papillarmuskeln und der anliegenden Herzwand. Die Herzmusculatur an einer thalergrossen Stelle der Vorderfläche unmittelbar über der Herzspitze vollständig geschwunden, die nur aus dem verdickten Peri- und Endocard bestehende Herzwand daselbst flach ausgebuchtet. Sämmtliche Klappen des Herzens unverändert, Aorta normal weit mit mässigem Atherom.

Endocarditis wurde, abgesehen von dem schon erwähnten angeborenen Fall, in 12 Leichen beobachtet. = 8. 8%. Als frischer Process fand sie sich viermal, stets im linken Herz: bei zwei Kindern neben Bronchopneumonie als Complication der Masern, bei einer 30jähr. Frau neben krupöser Pneumonie als Complication tubulärer Nephritis, endlich fanden sich bei einer 40jähr. Frau frische condylomatöse Excrescenzen an beiden Segeln der Bicuspidalis neben alter Verdickung und Stenose des Ostium. Die Residuen abgelaufener Endocarditis wurde in 8 Leichen angetroffen: in 4 Fällen hatte dieselbe die Bicuspidalis allein getroffen und zu Insufficienz durch Verkürzung geführt, bei einer 40jähr. Frau war das Ostium venosum sinistrum allein, bei einer 55jähr. des Ostium aorticum allein stenosirt durch Verwachsung der betreffenden Klappen; bei einer 66jähr. Frau fand sich gleichzeitige Stenose beider Ostien des linken Herzens, bei einer 38jährigen Frau endlich hatte sich im Anschluss an Rheumatismus acutus hochgradige Stenose beider Ostien des linken Herzens neben Erweiterung des rechten Herzens und Insufficienz der Tricuspidalis ausgebildet.

Frische fibrinös-eitrige Pericarditis wurde viermal beobachtet: bei einem 4jährigen Mädchen im Anschluss an Rachitis, bei einem 17jähr. Tuberkulösen im Anschluss an diffuse eitrige Periostitis des Schenkels, endlich bei einer 55- und einer 66jähr. Frau neben Thrombose der Herzohren. Die Residuen abgelaufener Pericarditis fanden sich ausser bei dem schon erwähnten 57jähr. Mann noch bei einer 58jähr. Frau.

Endarteritis deformans im Aortensystem fand sich bei 29 Individuen, 13 Männern, 16 Frauen = 21. 4%. Das jüngste Individuum, welches die fragliche Veränderung in deutlicher Ausbildung zeigte, war ein 40jähr. Mann. Im System der Pulmonalarterie fand sich der Process in 8 Fällen, stets im Anschluss an Lungenemphysem oder chronische Pneumonie.

Von den Erkrankungen des Venensystems ist zu erwähnen eine hochgradige Erweiterung sämmtlicher am Thorax gelegener Hautvenen im Anschluss an eine voluminöse substernale Struma bei einer 74jährigen Frau.

Eitrige Phlebitis fand sich in 4 Fällen: bei 2 Neugeborenen in der Nabelvene, das eine Mal neben eitriger Leptomeningitis des Gehirns und

Rückenmarks, das andere Mal neben Thrombose des Sinus longitudinalis im Anschluss an eine Infraction des Scheitelbeins. Bei einem 17jähr. Mann hatte sich von einem Furunkel der Stirn aus diffuse Phlegmone der Stirnhaut und linken Orbita, eitrige Phlebitis der Vena ophthalmica und des Sinus cavernosus neben eitriger Leptomeningitis entwickelt; in den Lungen fanden sich metastatische Abscesse; der ganze Krankheitsverlauf hatte 5 Tage betragen. Bei einer Puerpera endlich fand sich bei intactem Peritonäum und ziemlich weit zurückgebildetem Uterus eitrige Phlebitis im Plexus vesico-uterinus neben Thrombose der rechten Hypogastrica und Iliaca und diffuser Phlegmone längs beider Gefässe bis zum Schenkelring.

Thrombosen im venösen Abschnitt des Gefässsystems fanden sich in 22 Fällen, davon kommen auf das Venensystem 15, auf das rechte Herzohr 6, auf die Spitze des rechten Ventrikels 1. In 16 von diesen Fällen war es zu Embolie in die Lungenarterie gekommen. Im linken Herzohr fanden sich Thromben in 4 Fällen; sie hatten dreimal zu Embolie von Körperarterien Anlass gegeben. Es fanden sich mithin im Ganzen 26 Thrombosen = 19. 2 % und von diesen kam es bei 73 % zur entsprechenden Embolie. In 9 von den 15 Fällen von Embolie der Lungenarterie war es zu erheblicheren Folgeprocessen in den Lungen gekommen, wiederholt wurde in derselben Lunge bei vollkommen gleichartiger Natur des eingeschwemmten Materials die Entwicklung von Abscessen neben jener von einfachen keilförmigen Hepatisationen und von hämorrhagischen Infarcten beobachtet.

Eitrige Lymphangitis wurde in 5 Fällen beobachtet: Bei einem 73jähr. Mann erstreckte sie sich von einem Geschwür des rechten Unterschenkels aus längs des ganzen Lymphgefässstrangs bis zum Ligamentum Pouparti, dieselbe Ausdehnung zeigte sie bei einem 67jähr. Mann, bei welchem von einer Excoriation am Unterschenkel aus ein wanderndes Erysipel mit Blasenbildung und oberflächlicher Gangrän sich entwickelt hatte. In zwei Fällen fand sich eitrige Lymphangitis des spermatischen Gefässstrangs neben Diphtherie des puerperalen Uterus und weit verbreiteter eitriger Peritonitis. Es gehört hieher endlich ein Fall von Periarteritis umbilicalis bei einem Neugeborenen, bei welchem der Tod durch Blutung in den Arachnoidealraum des Rückenmarks erfolgte.

Es ist hier der Befund bei einer früher schon erwähnten 55jährigen Irren anzureihen, welche ein Neurom des linken N. peronaeus und eine weit verbreitete Veränderung im Rückenmark hatte. Nebem eitrigem Katarrh der Scheide und des Uterus fanden sich die oberflächlichen Lymphgefässe an der hinteren Wand des letzteren sowie jene des rechten spermatischen Gefässstrangs varicös erweitert, die einzelnen Ectasien

über senfkorngross, dünnwandig, mit einer ziemlich festen gelblichen durchscheinenden Colloidmasse gefüllt. Diese merkwürdige Anomalie wird im Zusammenhang mit der ganz analogen Veränderung der Gefässscheiden des Rückenmarks im speciellen Theil näher besprochen werden.

Respirationssystem.

Unter den Erkrankungen dieses Systems steht an Häufigkeit oben an cruppöse Pneumonie; ihr erlagen 15 Individuen oder 11 %. Nur in einem Fall, bei einem 33jähr. Mann, hatte ausgedehnte Hepatisation beider Lungen den Tod herbeigeführt, ohne dass anderweitige Veränderungen im Körper vorhanden gewesen wären. In allen übrigen Fällen war die Pneumonie in Individuen aufgetreten, deren Constitution durch anderweitige Erkrankungen bereits deteriorirt war: vier von den Fällen betrafen Irre, je zweimal waren tubuläre Nephritis und rundes Magengeschwür, je einmal Dysenterie, Echinococcus der Leber, Pyelonephritis, Aneurysma der Aorta, Insufficienz der Bicuspidalis, Synechie der Pleuren neben marastischem Emphysem und chronischer Bronchitis als Complicationen vorhanden. Kein Fall kam vor dem dreissigsten Jahre zur Beobachtung; das weibliche Geschlecht lieferte ein genau doppelt so grosses Contingent als das männliche. Die Vertheilung des Processes auf die verschiedenen Abschnitte beider Lungen war derart, dass fünfmal beide Unterlappen, viermal der rechte Unterlappen, dreimal der linke Oberlappen, zweimal die ganze linke Lunge und nur einmal der linke Unterlappen allein betroffen war.

An Häufigkeit die nächste Form ist die Bronchopneumonie; sie lieferte 12 Todesfälle oder 8. 8 %. Man kann die hieher gehörigen Fälle in zwei Gruppen abtheilen. Die eine umfasst die Bronchopneumonien, welche vorwiegend dem kindlichen Alter angehören und durch das Uebergreifen von einfachem Katarrh oder Diphtherie der Bronchien auf die Terminalbläschen herbeigeführt werden. Hieher gehören 9 Fälle: einer bei einem einjährigen Mädchen nach Diphtherie, zwei nach Masern, zwei nach Keuchhusten neben tubulärer Nephritis, drei bei rachitischen Kindern, dazu kommt ein Fall bei einer 60jähr. Frau, welche neben Emphysem intensiven Bronchialkatarrh mit bronchopneumonischen Heerden darbot. In die zweite Gruppe gehören jene Fälle, bei welchen gewöhnlich in Folge vollkommener oder unvollkommener Lähmung der Schlingmuskeln Fremdkörper in die Bronchien gelangen und dort theils auf mechanischem theils auf chemischem Wege heftigere Katarrhe mit peripherer Ausbreitung hervorrufen. Diese Form fand sich in drei Fällen: bei einem 18jähr. Mann mit diffusem Sarkom des Corpus callosum,

ferner bei zwei Irren, in beiden Fällen mit putrider Zersetzung des Infiltrats.

An die Bronchopneumonie reiht sich an ihre gewöhnliche Folge, die chronische Pneumonie mit Bronchialerweiterung. Sie fand sich in sieben Leichen = 5. 1 %. In mehreren dieser Fälle waren die Lymphdrüsen im Lungenhilus in höherem Grade verändert: zweimal hatte narbige Schrumpfung derselben zu Stenose von grösseren Bronchien und Lungenarterienzweigen Anlass gegeben, in einem dritten Fall war durch Vereiterung einer solchen gleichzeitiger Durchbruch in einen Hauptbronchus und in die Lungenarterie zu Stande gekommen mit tödtlicher Blutung. Die Fälle werden mit einigen analogen im speciellen Theil ausführlich geschildert werden.

Höhere Grade von Emphysem fanden sich bei 6 Individuen. In allen diesen Fällen war neben der charakteristischen Veränderung der Terminalbläschen alter und frischer Bronchialkatarrh, hochgradige Endarteritis in Aorta und Lungenarterie und Erweiterung des rechten Herzen zugegen. In 4 Fällen konnte der Tod lediglich der recenten Steigerung des Bronchialkatarrhs zugeschrieben werden, welcher einmal mehrfache bronchopneumonische Verdichtungen herbeigeführt hatte. In zwei Fällen hatte sich zu dem Emphysem Thrombose des Herzens mit ihren Folgen gesellt, in einem derselben, einer 47jähr. Frau, neben rechtsseitiger eitriger Pleuritis.

Pigmenthypertrophie mässigen Grades fand sich in den Lungen einer 85jähr. Frau im Anschluss an Insufficienz der Bicuspidalklappe und Stenose des linken Ostium venosum.

Eitrige Pleuritis fand sich, von den ganz leichten die Pneumonieen begleitenden Formen abgesehen, in 10 Fällen = 7. 4 %. Nur in einem Fall, bei einer 47jähr. Frau, bei welcher eitrige Pleuritis neben Lungenemphysem und Herzthrombose beobachtet wurde, blieb die Entstehungsart dunkel, in allen übrigen Fällen war die Pleuritis secundär entstanden und zwar dreimal im Anschluss an embolische Lungenabscesse, zweimal an tuberkulöse Lungeneiterung und an Perforation des Zwerchfells von der Leber aus, je einmal an Bronchiektasie und Rippenbruch. Der letztere Fall ist von Interesse wegen der Eigenthümlichkeit seines Verlaufs. Bei einem 50jähr. Irren hatte während der Anwendung des Zwangsstuhls der Knorpel der rechten zweiten Rippe von letzterer sich abgelöst. Es kam zu Eiterbildung an der Bruchstelle und da allseitige ziemlich feste Verwachsung der rechten Lunge die Entstehung einer Pleuritis verhinderte, zu einem Abscess im vorderen Mediastinum, welcher sich in die linke Pleurahöhle öffnete.

Die Residuen abgelaufener Pleuritis fanden sich in Form ausge-

dehnterer Verwachsungen beider Blätter in 43 Leichen = 31. 8 %. Davon waren 26 Männer und 17 Frauen. Es war demnach das männliche Geschlecht ungleich häufiger Processen unterworfen, welche mit beträchtlicherer Reizung der Pleuren verbunden sind, als das weibliche, wie dies die Verschiedenheit des Berufs von vornherein wahrscheinlich erscheinen lässt.

Es ist hier noch eines seltenen Leichenphänomens zu erwähnen, welches bei einem halbjährigen an Intussusception verstorbenen Mädchen sich fand. Magen und Dünndarm waren beträchtlich ausgedehnt und mit reichlichen Mengen grünlich-gelber Flüssigkeit gefüllt, die Wandungen des ersteren im Fundus hochgradig gallertig erweicht. Beide Lungen vollkommen frei, die Pleurahöhlen leer, der Pleuraüberzug glatt und glänzend aber an mehreren Stellen namentlich der rückwärts liegenden Parthien eigenthümlich grünlich missfarbig. Die Verfärbung erstreckte sich auf eine Anzahl Heerde des unterliegenden Lungenparenchyms, welches in deren Bereich theils emphysematös und hochgradig erweicht, theils geradezu in einen grünlich braunen missfarbigen Brei verwandelt war. Diese Parthien der Lungen enthielten gleich den zuführenden Bronchien und der Trachea dieselbe Flüssigkeit, welche in Magen, Oesophagus und Rachen in reichlicher Menge sich vorfand. Das Zwerchfell erwies sich intact. Ich kann in diesem Befund Nichts sehen als eine cadaveröse Erweichung der Lungen, bedingt durch das Eindringen von verdauungsfähigem Mageninhalt in die Bronchien während der Todenstarre. Diese Ansicht gründet sich 1) auf den Mangel jeder Reaction seitens der Pleuren, 2) auf die gleichzeitige Erweichung des Magens, 3) auf die Uebereinstimmung der in beiden analog veränderten Organen enthaltenen Flüssigkeit.

Digestionssystem.

In erster Linie sind die Lageänderungen der in der Bauchhöhle liegenden Theile dieses Systems zu erwähnen.

Prolapsus ani fand sich bei 2 Frauen, er hatte in einem Fall das disponirende Moment zur Ansteckung mit Dysenterie abgegeben.

Hernien waren in 8 Individuen vorhanden = 5. 8 %, hievon waren vier rechtsseitige Leistenbrüche, sämmtlich bei Männern, zwei linksseitige Leistenbrüche bei einem Mann und einer Frau, bei letzterer neben rechtsseitigem Schenkelbruch; ausserdem fanden sich noch bei zwei Frauen rechtsseitige Schenkelbrüche, wovon einer die Herniotomie nothwendig gemacht hatte mit ungünstigem Ausgang. In einem

dieser Fälle fanden sich nebenbei noch zwei leere Bruchstücke im Canalis obturatorius.

Innere Einklemmung war dreimal eingetreten: ein halbjähriges Mädchen hatte Intussusception des Ileumendes und Coecum in das Colon ascendens.

Bei einer 68jähr. Frau fand sich Einklemmung einer Ileumschlinge durch eine gespaltene Pseudomembran, die von einer Cyste im rechten breiten Mutterband gegen das Parietalperitonäum in der Gegend der rechten Synchondrosis sacro-iliaca sich erstreckte.

Besonders complicirt gestaltete sich der Befund bei einer 60jährigen Frau, welche wie die beiden vorigen unter den Erscheinungen des Ileus gestorben war. Es fand sich neben frischer Peritonitis das Duodenum und der obere Theil des Jejunum beträchtlich ausgedehnt, das Lumen mit einer enormen Masse gelblich-grauer fäculentriechender Flüssigkeit erfüllt. Das Ende des Jejunum an einer umschriebenen Stelle sowohl mit der vorderen Wand des Mesenteriums nahe dessen Anheftung als mit einer anliegenden Ileumschlinge mässig fest verwachsen. Das Ileum an der verwachsenen Parthie in Folge alter Adhäsionen mehrfach winklig geknickt. Die zwischen den verwachsenen Stellen liegende 130 Centimeter lange Parthie des Darms dunkelblauroth, stellenweise blutig suffundirt, allenthalben die Spuren alter Hyperämie in Form von schiefriger Pigmentirung und Verdickung der Wand mit zahlreichen Bindegewebsvegetationen zeigend. Die Verwachsung leicht trennbar, nach ihrer Trennung kommt eine groschengrosse Ulceration der vorderen Platte des Mesenteriums zum Vorschein, welcher analoge Ulcerationen der anliegenden Darmschlingen entsprechen. Jene des Jejunum zeigt sich auf die Serosa beschränkt, jene des Ileum ist mit einer schmalen Perforationsöffnung versehen, durch welche ein 5 Centimeter langer Zahnstocher von Bein, umgeben von bräunlichem übelriechenden Eiter, in die ulcerirte Parthie des Mesenteriums hineinragt. Letzteres verkürzt und zwischen der Stelle, an welcher die Perforation stattgefunden hatte und der Darminsertion zu einem halbfaustgrossen Tumor angeschwollen, dessen Substanz theils blutig theils eitrig infiltrirt ist und mehrere blutig suffundirte geschwollene Drüsen einschliesst. Nebenbei umfangreiche Leisten- und Schenkelbruchsäcke, deren Inhalt augenscheinlich lange Zeit hindurch das jetzt retrahirte Ileum gebildet hatte.

In zwei Leichen fanden sich Divertikel der vordern Oesophaguswand im Niveau der Trachealbifurcation im Anschluss an narbigen Schwund der anliegenden Lymphdrüsen.

Chronischer Magenkatarrh fand sich als Complication der verschiedensten Processe in 18 Leichen = 13. 3 % und zwar gleich häufig bei Männern und Frauen.

Das chronische Magengeschwür und seine Residuen wurde in 10 Fällen beobachtet = 7. 1 %. Wie gewöhnlich stellte das weibliche Geschlecht ein viel beträchtlicheres Contingent als das männliche (7:3). In neun von diesen 10 Fällen waren es die charakteristischen Narben, welche die frühere Anwesenheit des Processes documentirten, nur bei einer 63jährigen Frau fand sich eine sanduhrförmige Verengerung durch eine alte Narbe neben einem frischen Geschwür. Bemerkenswerth ist, dass mit einer Ausnahme, welche den Fundus betraf, stets dieselbe Stelle des Magens Sitz der Veränderung war: die hintere Wand in der Mitte zwischen Pylorus und Cardia nahe der kleinen Curvatur.

Eine interessante Form der Wurmfortsatzperforation wurde bei einem 78jähr. Mann gefunden. Der Processus vermiformis war 5 Mm. vor seinem etwas erweiterten Ende mit der vorderen Fläche des Ileum nahe der Bauhin'schen Klappe verwachsen und mündete durch eine schmale seitliche von einem gewulsteten Schleimhautrand umgebene Fistel in letzteren ein. Seine Schleimhaut war im Zustande chronischen Katarrhs.

Chronischer Darmkatarrh fand sich abgesehen von den Fällen, in welchen er tuberkulöse Verschwärung der Darmschleimhaut begleitete, bei 10 Individuen, 4 Männern, 6 Frauen: er fand sich in 3 Fällen neben Carcinose verschiedener Organe, eben so oft im Anschluss an chronische Nephritis, in 4 Fällen trat derselbe als Theilerscheinung allgemeiner Venenstauung auf.

Eine beschränkte Epidemie von Dysenterie, welche im Herbst auftrat, lieferte 7 Todte. Schon im August war ein Mann aus der Naumburger Gegend in das Landeskrankenhaus aufgenommen worden, wo er nach kurzem Aufenthalt der Erkrankung erlag. Im October wurde ein zweiter Fall aufgenommen und wegen des Ausbruchs von Delirium tremens auf die Irrenabtheilung transferirt. Daselbst haftete das Contagium und raffte zwei Angehörige dieser Anstalt hinweg. In derselben Zeit starben in der gerade gegenüberliegenden Entbindungsanstalt zwei Neugeborene an der gleichen Erkrankung. Ein siebenter Fall kam in einem benachbarten Dorfe vor, er war gleichfalls aus der Umgegend von Naumburg eingeschleppt. Die Erkrankung erstreckte sich bei einer der Irren auf das ganze Ileum und den Dickdarm, ersteres mit einer dicken in Zusammenhang ablösbaren gelblichen Crupmembran überziehend. Bei einem der Neugeborenen beschränkten sich die Belege im Ileum auf die Peyer'schen Drüsen neben ausgedehnter Diphtherie des Colon.

Es ist hier der Fall eines 33jähr. Arztes anzufügen, welcher in den Tropen einen umfangreichen Leberabscess mit Durchbruch in die rechte Pleurahöhle acquirirt hatte. Es fanden sich im Dickdarm neben

schiefriger Pigmentirung der Schleimhaut zahlreiche strahlige Narben als Residuen einer abgelaufenen Dysenterie.

Eschinococcen der Leber kamen zweimal zur Beobachtung: bei einem 17jähr. Mann mit Perforation in die rechte Pleurahöhle und eitriger Pleuritis, bei einer 57jähr. Frau mit Perforation in die Gallenwege und terminaler Pneumonie. Im letzteren Fall war es zu mehrfachen sackförmigen Ektasien der Gallengänge innerhalb der Leber gekommen, welche sich ferner auch bei einem Mann mit Krebs des Nierenbeckens und der Lymphdrüsen um die Leberpforte vorfanden.

Gallensteine fanden sich in 11 Individuen = 8. 1 %. Auch hier stellte das weibliche Geschlecht mit 9 Fällen das ungleich grössere Contingent.

Bei einer 64jähr. an Epitheliom der Blase verstorbenen Frau fanden sich zahlreiche stecknadelkopf- bis erbsengrosse gelbe käsige Einlagerungen in die Bindesubstanz zwischen den einzelnen Läppchen des Pankreas, wahrscheinlich die Residuen früherer Eiterbildung im interstitiellen Bindegewebe der Drüse im Anschluss an hochgradigen Katarrh. Die Schleimhaut des Duodenum zeigte ausser schiefriger Pigmentirung keine Veränderung.

Eitrige Peritonitis fand sich in 8 Fällen, stets als secundärer Process und zwar dreimal im Anschluss an innere Einklemmung, zweimal an Diphtherie des puerperalen Uterus, je einmal an Bruchschnitt, Darmperforation durch Dysenterie und Uterusruptur.

Uropoetisches System.

An Wichtigkeit steht unter den hier abzuhandelnden Erkrankungen die Nephritis obenan. Man kann 3 Formen unterscheiden. Die erste begreift jene Fälle, welche wesentlich durch Veränderungen in der epithelialen Auskleidung der Harncanälchen charakterisirt und bei acutem Verlauf als crupöse Nephritis, bei chronischem als Fettniere bezeichnet werden: für sie empfiehlt sich der von Dickinson vorgeschlagene Name der tubulären Nephritis. Die zweite umfasst jene Fälle, bei welchen neben den Veränderungen des Harncanälchenepithels, welche mit jener der vorigen Form identisch sind, eine Wucherung der interstitiellen Bindesubstanz der Niere zu Stande kommt, wodurch diese narbigen Schwund verschiedenen Grades erleiden kann. Man wendet auf diese als Cirrhose oder Granularatrophie der Niere bekannte Form zweckmässig die Bezeichnung der interstitiellen Nephritis an. Sie ist die gewöhnliche Form bei Gichtischen: sie ist noch häufiger eine Folge der katarrhalischen Nephritis d. h. einer vom Nierenbecken aus auf die

Harncanälchen sich fortpflanzenden Epithelialwucherung, denn nur in dieser Auffassung erhält überhaupt die Bezeichnung »katarrhalische Nephritis« eine bestimmte und klare Bedeutung. Auf Grundlage dieser Form entwickelt sich in der Regel die dritte, die suppurative Nephritis, charakterisirt durch Eiterzellenbildung im interstitiellen Bindegewebe des Organs.

Die acute Form der tubulären Nephritis wurde in 5 Fällen beobachtet: je einmal neben Diphtherie und Masern, zweimal neben Keuchhusten: in beiden letzteren Fällen waren Concremente im Nierenbecken nnd war der Tod unter den gewöhnlichen Erscheinungen der Urämie erfolgt. Bei einer 31jähr. Frau hatte sich die Erkrankung zwei Monate vor dem Tod unter Oedemen entwickelt. Es fand sich neben allgemeinem Hydrops und der charakteristischen Veränderung der Nieren eine linksseitige Pneumonie und frische Endocarditis der Bicuspidalklappe.

Die chronische Form der tubulären Nephritis, sog. Fettniere, kam dreimal zur Beobachtung: zweimal neben Caries, einmal neben recenter Tuberkulose.

Interstitielle Nephritis fand sich im Anschluss an chronischen Katarrh des Nierenbeckens bei 2 Frauen, in einem Fall doppelseitig, im andern auf die rechte Niere beschränkt. Unabhängig hievon fand sie sich bei einem 45jähr. Mann. Das Krankheitsbild war hier sehr dunkel gewesen: öftere schmerzhafte Anschwellungen der Gelenke, fortschreitende Abmagerung und Blässe, zum Schlusse unstillbare Blutungen aus Mund und Nase neben Coma und Convulsionen. Die Nieren fanden sich auf $\frac{1}{4}$ des Normalvolums reducirt, exquisit granular-atrophisch, die Malpighischen Körper zum Theil kystomatös erweitert mit Abplattung der enthaltenen Gefässrudimente, die Harncanälchen theils verengt, mit fettigem Detritus und hyalinen Cylindern erfüllt, theils erweitert und in beginnender Cystenumwandlung. Der Urin hatte bei einmaliger Untersuchung keinen Eiweissgehalt dargeboten.

Der suppurativen Nephritis erlag ein 41jähr. Mann, welcher in Folge eines Blasensteins schon längere Zeit an interstitieller Nephritis gelitten hatte und wenige Tage vor seinem Tod der Lithotomie unterworfen worden war.

Amyloiddegeneration der Niere fand sich in 5 Fällen: zweimal neben Uteruskrebs, zweimal neben Tuberkulose, einmal neben Pyelitis.

Kalkinfarcte in den Pyramiden wurden bei 4 fast gleichaltrigen (63—67 Jahr) Individuen beobachtet; in keinem Fall war eine Beziehung zu Veränderungen im Knochensystem nachweisbar.

Katarrh des Nierenbeckens fand sich in mässigem Grade bei drei Irren und einem Tuberkulösen; in keinem dieser Fälle fehlten die Er-

scheinungen des chronischen Katarrhs in Blase und Urethra. Hochgradige eitrige Pyelitis fand sich bei zwei Frauen neben eitrigem Blasenkatarrh, in dem einen Fall auf die rechte Niere beschränkt. Combinirt mit Hydronephrose fand sie sich bei einer 41jähr. Frau, deren linkes Nierenbecken durch ein im Ureteranfang festsitzendes Concrement hermetisch abgeschlossen war, während das rechte mehrere freie Concremente enthielt. Beide Nieren waren in kopfgrosse Säcke verwandelt, das Parenchym bis auf geringe Reste geschwunden, die enthaltene Flüssigkeit eitergemischt und übelriechend.

Bei 4 Frauen hatte sich im Anschluss an Epitheliome des Uterus mit Compression eines oder beider Ureteren Hydronephrose entwickelt.

Es ist hier noch ein Fall abnormer Beweglichkeit und Tiefstandes der rechten Niere mit Ausbildung eines kurzen Mesonephrons zu erwähnen, welcher sich bei einer 69jähr. Frau fand.

Genitalsystem.

Granulöser Katarrh der hinteren Parthien der Urethra fand sich bei 5 Männern, worunter 3 Irre und 1 Tuberkulöser. In zwei von diesen Fällen machte schiefrige Pigmentirung der Samenblasen mit bräunlichgelber Färbung der enthaltenen Flüssigkeit deren Betheiligung an dem Process wahrscheinlich.

Katarrh der weiblichen Genitalschleimhaut war in 11 Individuen nachweisbar = 8. 1 %, in 3 Fällen zugleich mit Schwellung und erheblicher Verlängerung des Cervix. Bei einer 69jähr. Frau fand sich im Anschluss an croupöse Pneumonie ein gelblicher in Zusammenhang ablösbarer Croupbeleg in Uterus und Vagina neben beträchtlicher Röthe und Schwellung der unterliegenden Schleimhaut.

Diphtherie des puerperalen Uterus fand sich in 3 Fällen, stets begleitet von eitriger Peritonitis, in 2 Fällen zugleich von eitriger Lymphangitis im Plexus spermaticus.

Lageänderungen des Uterus kamen in 8 Individuen zur Beobachtung = 5. 9 % und zwar 1 Vorfall, 1 seitliche Beugung, 6 Rückwärtsneigungen und Beugungen. Alle diese Individuen gehörten dem reiferen Alter an.

Haut.

Es ist hier ein Fall von Wunddiphtherie seiner Complication wegen zu besprechen. Bei einer 53jähr. Frau war wegen eines umfangreichen Sarkoms der rechte Oberschenkel im unteren Drittheil amputirt worden.

Es stellte sich in Form eines graugelblichen festsitzenden übelriechenden Belegs Wunddiphtherie ein, welcher die Kranke erlag. Es fand sich ausser der Wundaffection hochgradiger granulöser Katarrh des Uterus, der Blase und des rechten Nierenbecken; in allen diesen Theilen fanden sich inselförmige Croupbelege, während die normale Schleimhaut des linken Nierenbecken von der Affection vollständig verschont blieb.

Bewegungssystem.

Bei einer 56jähr. Irren fand sich eitrige Bursitis patellaris ohne Communication mit dem Gelenk. Die Wandung des Schleimbeutels war hochgradig verdickt, sehr gefässreich und mit zahlreichen bis erbsengrossen wuchernden Granulationen besetzt, der enthaltene Eiter dick, gelblich und übelriechend.

Bei einem 57jähr. an chronischer tubulärer Nephritis verstorbenen Mann fand sich Eiterung des rechten Kniegelenks neben solcher am Periost des Oberschenkelknochen; der letztere in seinem unteren Drittheil beträchtlich verdickt, von auffallend compacter Beschaffenheit, in der Mitte sclerotischen Gewebes zwei etwa kirschengrosse vollkommen glattwandige mit Eiter gefüllte Höhlen enthaltend, welche durch Fistelgänge mit den anliegenden Abscessen und der Oberfläche der Haut communicirten. Der weitere Befund ergab keinen Anhalt für die Vermuthung, dass hier das Resultat constitutioneller Syphilis vorgelegen habe.

Beobachtungen des pathologischen Instituts zu Jena im Jahre 1867.

Allgemeiner Theil.

Vom 1. Januar bis 31. December 1867 wurden vom pathologischen Institut zu Jena 148 Leichen secirt. Die Haupttodesursachen ergibt nachstehende Uebersicht:

Todesursache	0—1		2—10		11—20		21—30		31—40		41—50		51—60		61—70		71—80		
Tuberkulose																			
der Lungen	—	1	—	—	2	2	1	2	2	3	1	1	3	2	—	—	—	1	
» Knochen . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	
» Nieren	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29
des Bauchfells . .	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
der Hirnhäute . .	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	
Carcinom																			
der Brustdrüse . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	
des Colon	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	
Epitheliom																			
des Magens	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1	
der Mundhöhle . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	12
des Uterus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	
Sarkom																			
des Gehirns . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	
der Schilddrüse .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	
» Lungen . . .	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Syphilis	2	1	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Typhus	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	4
Erkrankungen des Nervensyst.																			
Pachymeningitis .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	
Leptomeningitis .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	
Hydrocephalus . .	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	6
Vulnus medullae .	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Erkr. des Circulationssyst																			
Endocarditis . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	—	1	1	—	—	
Adiposis cordis . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	
Phlebitis.	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	14
Arteritis	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Insolation	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Todesursache	0—1		2—10		11—20		21—30		31—40		41—50		51—60		61—70		71—80		
Erkr. d. Respirats.																			
Diphtheria	—	—	3	1	—	—	—		—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	
Pneumonia crup.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2	2	1	1	—	1	
Bronchopneum. .	5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	34
Pneumonia chron.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	1	
Emphysema . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	1	—	—	1	
Pleuritis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	
Asphyxia	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	
Erkr. des Digestionss.																			
Catarrh.gastro-int.	4	1	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	
Dysenteria	1	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Ulcus rotund. . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	1	
Perforatio proc vermiform. . .	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
Peritonitis	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
Incarcerat. hern.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2	—	—	—	
Volvulus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	1	
Erkr. d. uropoet. S.																			
Nephritis tubul. .	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
» interstit.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	1	9
» suppurat.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	—	—	
Diabetes	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Erkr. d. Genitals.																			
Adhaes. placentae	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Diphth. ut. puerp.	—	—	—	—	—	1	—	5	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	8
Erkr. der Haut																			
Erysipelas	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	
Phlegmone	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Erkr. des Bewegungss.																			
Fract. tibiae . . .	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	
» costarum .	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
Vergiftung	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Verhungert	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
	17	8	3	1	5	8	10	13	7	7	12	5	15	8	15	5	—	9	148
	25		4		13		23		14		17		23		20		9		

Tuberkulose

wurde in 29 Leichen constatirt = 19. 6 %. Sie führte in 23 Fällen direct zum Tode, in 6 Fällen durch Complicationen und zwar dreimal durch Perforation der Lungen mit darauf folgendem Pneumothorax, zweimal durch Perforation des Darms mit darauf folgender Peritonitis. Bei einem 33jähr. Mann war es im Gefolge von tuberkulöser Caries des 2. und 3. Lendenwirbels zu umschriebener Perforation der Dura mater spinalis gekommen mit nachfolgender bis in die Hirnhöhlen verbreiteter eitriger Leptomeningitis.

In 10 Fällen fanden sich neben der Tuberkulose Processe, welche das disponirende Moment zu ihrer Entwicklung abgegeben haben konnten und zwar dreimal Syphilis, zweimal chronische Pneumonie und fäcale Concremente im Wurmfortsatz, je einmal Manie, Diabetes, Ulcus rotundum.

Von bemerkenswerthen Beobachtungen, zu welchen die Tuberkulose Anlass gab, hebe ich heraus das gleichzeitige Vorkommen alter theils verkäster theils verkreideter bis erbsengrosser Tuberkel in der Pia der Hirnoberfläche neben frischem miliaren Nachschub bei einem 28jähr. Mann und 13jähr. Mädchen.

Bei einem 16jähr. Mann zeigte sich der Kehlkopfeingang dadurch deform, dass die rechte Cartilago corniculata mit der überziehenden Schleimhaut der vorderen Fläche der Cart. arytaenoidea auflag. Es fand sich an der Basis der letzteren ein linsengrosses zackiges Geschwür, welches die Schleimhaut nach oben unterminirt und die vordere Parthie des Bandapparates zwischen Cart. arytaenoidea und corniculata zerstört hatte, wodurch letztere ihrer Schwere folgend nach vorne und abwärts gesunken war.

Bei einem 19jähr. Mann fand sich eine stecknadelkopfgrosse von einem schwarzen Pigmenthof umgebene Oeffnung im rechten Hauptbronchus, aus welcher bei Druck Eiter sich entleerte. Die Präparation zeigte, dass eine anliegende tuberkulöse Lymphdrüse vereitert und in den Bronchus durchgebrochen war.

In zwei Fällen fand sich neben weit verbreiteter Tuberkulose Verschwärung der Oesophagusschleimhaut. Bei einer 34jähr. Frau war letztere im Anfangstheil von spärlichen, im weiteren Verlauf von zahlreichen rundlichen und zackigen bis groschengrossen Geschwüren besetzt, deren Ränder glatt, deren von der Submucosa gebildete Basis hie und da durch netzförmig vorspringende Bindegewebszüge uneben war. Die zwischenliegende Schleimhaut war flach gewulstet und mit verdicktem Epithelüberzug versehen. Die Uebereinstimmung dieser Verschwärungen des Oesophagus mit zahlreichen gleichzeitig vorhandenen in der hinteren Wand der Trachea war unverkennbar. Auf das untere Drittheil des Oesophagus beschränkt wurde derselbe Befund bei einem 19jähr. Mann beobachtet. In letzterem Fall waren längere Zeit hindurch Schmerzen beim Schlingen vorhanden, welche constant im unteren Theil des Oesophagus angegeben wurden und von dem behandelnden Arzt, Geh. Hofrath Ried, schon während des Lebens mit Wahrscheinlichkeit auf eine Verschwärung der Oesophagusschleimhaut bezogen worden waren.

Bei einem 27jähr. Mann war es im Anschluss an inveterirte Syphilis

und alte Tuberkulose der Lungen und Lymphdrüsen zu acuter Tuberkulose gekommen, welche sich auf das Peritonäum beschränkte.

Tuberkulose der Nieren in Form discreter Knoten fand sich bei einem 42jähr. Mann. In infiltrirter Form und zwar von den Spitzen einzelner Pyramiden aus auf deren Basis und die Rindensubstanz übergreifend fand sie sich bei einem 19jähr. und einem 28jähr. Mann, bei letzterem mit Bildung einer umfangreichen Caverne. In beiden Fällen war der Process auf die rechte Niere und den rechten Ureter beschränkt; es fanden sich in letzterem und dem Nierenbecken, in Blase, Prostata und den hinteren Parthien der Urethra theils frische Tuberkelknötchen, theils rundliche und zackige Geschwüre neben hochgradigem chronischen Katarrh. In beiden Fällen waren Vas deferens, Nebenhode und Hode beiderseits vollkommen frei geblieben.

Krebs.

Zwei Fälle von Carcinom der Brustdrüse boten übereinstimmenden Befund: Oertliches Recidiv an der Operationsstelle, secundäre Carcinome in den Achseldrüsen, Rippen, Pleuren, Lungen und der Leber.

Bei einer 73jähr. Frau fand sich ringförmiges Carcinom des Colon transversum neben solchem beider Eierstöcke, dabei acute Carcinose des Peritonäum.

Epitheliale Neubildungen.

Pflasterepitheliom des Uterus, vom Scheidegewölbe ausgehend, fand sich bei einer 48jähr. Frau. Die Neubildung hatte in ausgedehnter Weise auf die Blase am Trigonum übergegriffen und sowohl eine abnorme Communication mit der Vagina als doppelseitige Hydronephrose herbeigeführt. Das Rectum war bis auf einige submucöse Knötchen frei; dagegen fanden sich secundäre Epitheliomknoten in den retroperitonäalen Lymphdrüsen und der Leber.

Bei einem 38 jähr. Weib hatte ein ausgedehntes Pflasterepitheliom der Mundhöhle zu Entfernung der linken Unterkieferhälfte Anlass gegeben. Nach dem 3 Wochen später an Bronchopneumonie erfolgten Tod zeigte sich der ganze weiche Gaumen von der Neubildung substituirt, welche sich längs der linken beiden Gaumenbögen bis zum Kehldeckel erstreckte und theilweise in die Zungenbasis übergriff. Die benachbarten Lymphdrüsen waren frei geblieben.

Drei Fälle von Cylinderepitheliom fanden sich im Magen, zwei im Pylorustheil bei einem 60jähr. Mann und einem 74jähr. Weib, ein dritter

in der Nähe der Cardia bei einer 48jähr. Frau. In den letzteren beiden Fällen war die Neubildung auf den Magen beschränkt, im ersteren waren die Lymphdrüsen um Magen und Leberpforte und die Leber selbst von zahlreichen secundären zum Theil sehr grossen Epitheliomknoten durchsetzt. Das Resultat der methodischen Untersuchung dieses Falls wird der specielle Theil bringen.

Bei den Adenomen ist zu erwähnen die sog. Hypertrophie der Prostata. Sie fand sich in höherem Grade bei 5 Individuen, stets im Anschluss an chronischen Katarrh der hinteren Parthien der Urethra und mit Bildung eines sog. mittleren Lappen. Die Untersuchung von dreien dieser Fälle und die eines früheren, in welchem die Prostata im Anschluss an einen alten periurethralen Abscess über apfelgross war, hat ergeben, dass an der Bildung des mittleren Lappen, welcher in einem Fall über wallnussgross und deutlich abgegrenzt war, eine Neubildung von Drüsenbläschen den wesentlichsten Antheil hatte. Nur in einem Fall trat das Drüsengewebe gegen die verdickte Musculatur zurück.

Vergrösserungen der Schilddrüse in Form der verschiedenen Modificationen des Kropfs wurden in 27 Individuen angetroffen = 18. 2%. Auch in diesem Jahre stellte das weibliche Geschlecht mit 16 Fällen das grössere Contingent.

Kystome der Nieren fanden sich bei 7 (4 M., 3 W.), solche der Ovarien bei 8 Individuen, von letzteren eines mit dermoidem Inhalt. Bei einer 33jähr. Frau hatte ein colossales multiloculäres Kystom des rechten Ovarium dessen Entfernung durch die Operation nothwendig gemacht: der Tod erfolgte 5 Tage später durch allgemeine eitrige Peritonitis.

Bindesubstanz-Neubildungen.

Fibrome der Uterusschleimhaut fanden sich bei 5 Individuen, viermal in Form polypöser Fibrome des Cervix, im fünften Fall in Form eines gestielten myxomatösen Fibroms des Uterusgrundes.

Myome und Fibromyome in der Dicke der Uteruswandungen kamen in 4 Individuen zur Beobachtung, während Ovarium, Wandung des Magens und der Vagina je einmal diese Neubildung darboten.

Besondere Erwähnung verdienen mehrfache flachhöckerige breit aufsitzende bis erbsengrosse Fibrome des Ependyms der Seitenventrikel eines 67jähr. Mannes, welcher den Folgen des Bruchschnitts erlegen war. Während des Lebens war kein Symptom vorhanden, welches auf die Anwesenheit der Neubildung hingedeutet hätte. Die Weite der Ven-

trikel zeigte sich normal, die anliegende Hirnsubstanz unverändert. Die Geschwülste waren von derber Consistenz, reinweisser Farbe: sie bestanden aus sehr zarten wohl ausgebildeten Bindegewebsfibrillen mit massenhaft dazwischen liegenden starkgeschlungenen feinen elastischen Fasern und zarten elliptischen Zellelementen, welche stellenweise mit Zurücktreten der Intercellularsubstanz dichter zusammenlagen.

In viel grösserem Maassstabe fanden sich ganz ähnliche Geschwülste in Form einer handgrossen 2—8 Mm. prominirenden Gruppe auf der linken Costalpleura einer 60jähr. Frau, wo sie das hintere Drittheil des 5. bis 8. Intercostalraums bis zur Wirbelsäule einnahmen. Sowohl in der äusseren Beschaffenheit als im Bau stimmten diese Geschwülste mit jenen des Ependym vollständig überein.

Noch interessanter sowohl hinsichtlich der Symptome als des Befundes ist die Beobachtung zweier freiliegender neben einem gestielten Fibrom in der linken Pleurahöhle eines 58jähr. Mannes. Derselbe war nur wenige Tage in Behandlung gewesen, die Erscheinungen waren Präcordialangst, Puls von 18 Schlägen, Kühle der Extremitäten. Die Section wies ziemlich beträchtliche Fettdegeneration der Herzmusculatur nach. Im Nervensystem des Herzens wurde Nichts gefunden, was die auffallende Pulsverlangsamung erklärt hätte: Vagus und Accessorius sowie ihre Ursprünge im verlängerten Mark, die sympathischen Geflechte längs der Art. vertebralis sowie die Herzgeflechte selbst wurden mit völlig negativem Resultat mikroskopisch untersucht. Nun fand sich aber ein kirschengrosser derber freier Körper von weisser Farbe und etwas höckeriger Oberfläche im linken Pleurasack neben der Wirbelsäule gerade über der Zwerchfellskuppe, ein zweiter eben so grosser gerade auf der Mitte der vorderen Fläche des Herzbeutels, während ein dritter etwas über erbsengrosser durch einen schmalen bindegewebigen Stiel an die Pleura über dem 4 linken Rippenknorpel nahe seinem Ansatz an die Rippe angeheftet war. Im Bau stimmten alle diese Körper sowohl unter sich als mit den schon beschriebenen des Ependym überein. Es muss dahin gestellt bleiben, ob die auffallende Pulsverlangsamung mit der Anwesenheit der freien Körper an der vorderen und hinteren Fläche des Herzbeutels in Beziehung gesetzt werden kann oder ob das Zusammentreffen beider Befunde ein zufälliges darstellt.

Bei 2 Männern fanden sich rundliche Fibrome an der Innenfläche der Dura mater vom Umfang einer mässigen Kirsche, welche wie an dieser Localität gewöhnlich, mit concentrisch geschichteten Kalkkörnern imprägnirt waren. In dem einen Fall fand sich daneben ausgedehnte Verkalkung der Bindesubstanz selbst, in dem andren waren zahlreiche

Fettzellengruppen unregelmässig zwischen die Bindegewebsbündel eingestreut.

Ein erbsengrosses Lipom an der Innenfläche der Nierenkapsel fand sich bei einem 60jähr. Mann.

Kleinzellige Sarkome des Gehirn wurden bei 2 Männern zur Todesursache, ihr Sitz war das einemal der linke Stirnlappen, das andremal der Balken. Sie werden später beschrieben werden.

Ein kleinzelliges Rundzellensarkom mit Pigmentgehalt fand sich in Form zahlreicher Geschwülste im Sternum, Mediastinum, beiden Pleuren und Lungen eines 20jähr. Mannes.

Bei einem 66jähr. Mann war die ganze Schilddrüse in ein kopfgrosses lappiges Spindelzellensarkom verwandelt mit Perforation der Trachea und zahlreichen metastatischen Geschwülsten in den Halslymphdrüsen und Lungen.

Es sind endlich hier noch mehrfache Exostosen zu erwähnen, welche sich bei einer 60jähr. Frau an Rippen, Wirbeln und der Innenfläche des Schädels fanden.

Angiome.

Cavernöse Angiome der Leber fanden sich bei 2 Männern von 57 und 60 Jahren, in dem einen Fall zahlreich und bis zu Apfelgrösse, in Form lappiger Geschwülste über das Niveau der Leber prominirend.

Varixbildung wurde bei 31 Individuen constatirt = 20, 9 % und zwar lieferten die hämorrhoidalen Venen 25, jene des breiten Mutterbands und des Unterhautbindegewebes der untern Extremitäten je 5, jene der Pia mater 2 Fälle, während einmal eine hochgradige Varicocele im rechten Samenstrang constatirt wurde.

Neurome

fanden sich in Form von knotigen Anschwellungen sämmtlicher Nerven eines Amputationsstumpfs des rechten Oberarms bei einem 42jährigen Mann.

Syphilis

wurde in 9 Leichen constatirt = 6, 08 %. Unter den hieher gehörigen Fällen ist hervorzuheben die Beobachtung multipler tief eindringender Narben der Leber bei einem 45jähr. Irren. Bei einem Neugeborenen, welcher 1/2 Stunde lebte, fand sich neben Pemphygus Bronchopneumonie

beider Lungen mit umschriebenen käsigen Hepatisationen. Der Fall wird seiner Wichtigkeit wegen im speciellen Theil ausführlicher beschrieben werden.

Typhus

war in den 4 Fällen, welche zur Obduction kamen, durch Complicationen tödtlich geworden und zwar zweimal durch Verschwärung des Kehlkopfs mit nachfolgender Bronchopneumonie, je einmal durch Darmperforation und durch Venenthrombose mit nachfolgender Lungenarterienembolie.

Nervensystem.

Pachymeningitis interna fand sich in chronischer Form und mit beträchtlichem Bluterguss zwischen den gallertigen Pseudomembranen bei 1, in acuter bei 7 Leichen, darunter 6 Männer, 2 Frauen. 5 von den Individuen waren Irre, 2 Potatoren. Auf 114 Leichen berechnet, deren Schädel eröffnet wurde, ergibt sich ein Verhältniss von 7,2 %.

Eitrige Leptomeningitis wurde in 4 Individuen beobachtet: bei einem 57jähr. Mann in Form von Cerebrospinalmeningitis mit protrahirtem Verlauf; bei einem 33jähr. Mann nach Durchbruch der Dura spinalis von einer tuberkulösen Wirbelcaverne aus; bei einem 54jähr. Mann trat sie im Anschluss an Pneumonie, bei einer 38jähr. Frau im Anschluss an Diphtherie des puerperalen Uterus mit Lymphangitis des Plexus spermaticus auf.

Bei einem Todtgeborenen und 3 Irren war innerer und äusserer Hydrocephalus die einzige Veränderung, welche als Todesursache betrachtet werden konnte. In einem der letzteren Fälle waren neben den Erscheinungen des paralytischen Blödsinns öfter wiederkehrende Anfälle von Bewusstlosigkeit mit halbseitiger Lähmung vorhanden gewesen, welche stets im Lauf weniger Tage wieder verschwanden; die Lähmung wechselte einmal mit Veränderung der Lage des Kranken.

Bei einer 67jähr. Frau fand sich neben den Resten abgelaufener Endocarditis der Bicuspidalklappe der viereckige Lappen des Kleinhirns beiderseits zum grossen Theil in eine orangegelbe narbige Masse verwandelt, mit welcher die verdickte Pia fest verwachsen war. Beide zuführende Arterien waren durchgängig und ohne Veränderung, so dass der Beweis für die embolische Natur der schon lange bestehenden Veränderung sich nicht führen liess.

Ein 30jähr. Mann hatte vor längerer Zeit den 2. Lendenwirbel gebrochen und eine unvollständige Lähmung der unteren Extremitäten zurückbehalten, welche ihn zum Gehen an der Krücke nöthigte. Die

Section ergab deutlichen Callus im Körper und Bogen dieses Wirbels, die Dura mit demselben verwachsen, eine straffe bindegewebige Pseudomembran quer durch die Wirbelhöhle gespannt mit Einschnürung sämmtlicher Nerven am Anfang des Filum terminale. Ausserdem fand sich altes abgesacktes linksseitiges Empyem; der erste Lendenwirbel in seinen unteren 2 Drittheilen eine grosse mit käsiger Masse gefüllte Höhle enthaltend, welche beiderseits mit ausgedehnten verkästen eine Anzahl Knochenfragmente und Kalkbrocken enthaltenden Psoasabscessen in Verbindung stand.

Ein überaus wichtiger Fall von partieller Verwundung des Rückenmarks im Niveau des 4. Dorsalwirbels wird im speciellen Theil geschildert werden.

Circulationssystem.

Frische fibrinös-eitrige Pericarditis wurde in 3 Leichen constatirt, einmal neben Thrombose des rechten Herzohrs bei Uterusepitheliom, einmal neben frischer Endocarditis im linken Ventrikel bei Diphtherie des puerperalen Uterus, endlich bei einem 51jähr. Mann neben Pleuropneumonie und eitriger Leptomeningitis.

Die Residuen abgelaufener Pericarditis fanden sich in Form mehr oder weniger ausgedehnter Verwachsungen zwischen beiden Herzbeutelblättern in 5 Leichen.

Vergrösserung des Herzens mit Hyperplasie der Musculatur war in 1[illegible] Leichen ausgebildet. Sie war in 8 Fällen durch Klappenfehler bedingt; in 3 Fällen war lediglich das rechte Herz Sitz der Vergrösserung, dreimal im Anschluss an Emphysem, je einmal an chronische Pneumonie und Tuberkulose. In 6 Fällen war die Vergrösserung beiderseitig und dreimal mit Struma, zweimal mit interstitieller Nephritis, einmal mit chronischer Pneumonie und gleichzeitig vorhandenem rundem Magengeschwür combinirt.

Vorgeschrittene Fettdegeneration des Herzmuskels fand sich in 8 Leichen; bei einem 68jähr. Mann war sie mit beträchtlicher Lipomatose combinirt und die einzige Veränderung, welcher der auf dem Heimweg von einem benachbarten Dorfe plötzlich erfolgte Tod zugeschrieben werden konnte.

Endocarditis mit ihren Folgen wurde 15mal beobachtet = 10.1 %. Als frischer Process war sie in 5 Individuen nachweisbar, zweimal neben jauchenden Epitheliomen, einmal neben Diphtherie des puerperalen Uterus und neben Tuberkulose. Während in diesen Fällen der linke Ventrikel allein betroffen war, waren bei einem 44jähr. Kutscher mit Ausnahme der Semilunaren der Lungenarterie sämmtliche Herzklappen

betheiligt mit ausgedehnter Thrombose beider Ventrikel und multiplen Embolien, ohne dass ein disponirendes Moment für die Entwicklung der Erkrankung sich hätte nachweisen lassen. Der ganze Verlauf hatte 14 Tage in Anspruch genommen.

Die Residuen abgelaufener Endocarditis fanden sich in 10 Leichen und zwar fünfmal (1 M. 4 W.) in Form von Insufficienz der Bicuspidalis, zweimal (2 M.) in Form von Insufficienz der Aortaklappen, zweimal (2 W.) waren beide Klappen insufficient, endlich war in einem Fall die Bicuspidalis insufficient neben Stenose des Ostium. Die beiden Fälle von Insufficienz der Aortaklappen verdienen nähere Erwähnung; in dem einen war bei einem 43jähr. Mann während des Aufsitzens zum Behuf der Untersuchung des Herzens der Tod plötzlich eingetreten; es fand sich die hintere Semilunarklappe narbig verkürzt, hochgradige Endarteritis deformans mit Verengerung der Coronararterien und vorgeschrittene Fettdegeneration des Herzmuskels; im zweiten Fall (57jähr. Mann) war die hintere Klappe beträchtlich verdickt und verlängert mit einer queren Einschnürung in der Mitte, von welcher an das peripherische Stück gegen den Ventrikel umgeklappt war.

Es ist hier der Ort, die übereinstimmenden Veränderungen zu erwähnen, welche bei 2 auf dem Marsche von Weimar nach Jena resp. Lobeda der Insolation erlegenen 21jähr. Soldaten sich vorfanden. Die Erscheinungen waren die gewöhnlichen: Bewusstlosigkeit, Convulsionen, äusserst frequenter Puls, ihre Dauer in dem einen Falle 2, im andren 7 Stunden. Bei beiden Individuen ergab die Section Cyanose des Gesichts, umschriebene Sugillationen im Mesenterium, den Lungen, dem Visceralblatt des Herzbeutels und im Endocard des rechten, ausgedehnte in jenem des linken Herzens, wo sie bis zu 1 Mm. Dicke erreichten. Das Gehirn eher anämisch und etwas weich, Lungen, Milz und Nieren venös hyperämisch, das Blut allenthalben dunkel und flüssig, nur im rechten Herzen ein lockeres Leichengerinnsel. Ausserdem fanden sich in dem einen Fall mehrfache zum Theil mit käsigem Inhalt gefüllte Bronchiectasien im Oberlappen der linken Lunge und ein Fäcalconcrement im Processus vermiformis, im andren chronischer Rachen- und Larynxkatarrh mit Vergrösserung beider Tonsillen, mehrfache narbige Verdichtungen in den Oberlappen beider Lungen und Verkalkungen der bronchialen Lymphdrüsen. Stücke der Lungen, Nieren, des Gehirns und Rückenmarks wurden theils frisch, theils nach mehrwöchentlicher Härtung in einer 1 % Lösung von doppelt chromsaurem Kali auf Fettembolie und parenchymatöse Verfettung untersucht, mit negativem Erfolg. Ich lege auf dieses Resultat gegenüber den Angaben von E. Wag-

NER um so mehr Gewicht, als dieselbe Methode in drei sogleich zu erwähnenden Fällen mit positivem Erfolg zur Constatirung vorhandener Fettembolie verwendet wurde.

Versucht man auf Grund beider Beobachtungen die Theorie der Insolation zu prüfen, welche OBERNIER aufgestellt hat, so findet allerdings, wie ich glaube, sowohl der Befund in der Leiche als die Symptomengruppe im Leben eine genügende Erklärung auf Grund der Hypothese, dass die schweren Erscheinungen bei beiden Soldaten eintraten, nachdem das zur Verdunstung resp. Abkühlung des Körpers disponible Wasser in Blut und Lymphe bis zu einem gewissen Grad verbraucht war. Zweierlei Folgen leiten sich ungezwungen aus dieser Hypothese ab: eine Erwärmung des Körpers resp. Blutes über die Norm und eine Reduction des Blutvolums. Von diesen Factoren ist der erstere kein Gegenstand pathologisch anatomischer Beobachtung; seine Wirkungen sind zudem von OBERNIER genügend beleuchtet. Der letztere war jedenfalls ein begünstigendes Moment für den Eintritt der Herzlähmung, als deren Resultat die Anämie des Gehirns und die stärkere Füllung des Venensystems sich betrachten lässt. Als Folgen der letzteren erscheinen die Blutungen in den serösen Häuten; ihr Auftreten im Endocard konnte begünstigt werden durch eine beträchtliche Verminderung des Drucks, welchen bei normaler Füllung der Ventrikel das enthaltene Blut auf das Endocard ausübt. Mit dieser Annahme steht völlig im Einklang, dass diese Blutungen viel ausgedehnter im Endocard des linken als in jenem des rechten Herzens sich vorfanden, denn das Volum des im linken Ventrikel enthaltenen Blutes, welches die gewaltige Verdunstungsfläche der Lunge passirt hatte, konnte in Folge dieses Umstandes sehr wohl eine grössere Menge Wasser verloren haben als ein gleiches Volum Körperblut.

Endarteritis deformans fand sich im Aortensystem in 27 = 18. 2 %, in jenem der Pulmonalis in 10 Fällen, in letzteren fast stets neben Emphysem oder chronischer Pneumonie.

Eitrige Phlebitis der Umbilicalvene führte bei 2 Neugeborenen zum Tod unter den Erscheinungen der Pyämie, das eine Mal neben Leberabscess und Gelenkeiterung, das andre Mal neben Lungenabscess und eitriger Pleuritis.

Thrombosen wurden im Ganzen 27mal constatirt = 18. 1 %; es waren deren Sitz die Körpervenen in 20, die Pfortader in 1, das rechte Herz in 4, gleichzeitig das rechte und linke Herz in 2 Fällen. In 21 von diesen Fällen wurde die zugehörige Embolie constatirt = 77. 7 %. In einem Falle wurden in der Placenta eines Todtgeborenen mehrfache derbe theils braunrothe theils gelbliche Stellen ge-

funden; die Untersuchung ergab, dass es sich um Thrombosen in verschiedenen Stadien der Rückbildung handelte.

Drei Fälle von Fettembolie reihen sich hier an, welche im Anschluss an complicirte Fracturen der Tibia und Fibula sich ereigneten. Ein 30j. Dienstknecht wurde den 3. Januar im trunkenen Zustand überfahren und erlitt einen Splitterbruch der rechten Tibia und Fibula. Er wurde bald nach seiner Aufnahme ins Spital soporös und starb den 6. Januar. Die Section ergab ausser der örtlichen Zerstörung beträchtliche Hyperämie beider Lungen, zahlreiche capilläre Hämorrhagien in Gehirn, Pleuren, Lungen, Endocard, Nieren. Die mikroskopische Untersuchung sowohl der frischen als der in Lösung von chromsaurem Kali gehärteten Organe zeigte colossale Fettembolie in den Lungen und Nieren, so dass in letzteren förmliche Injectionspräparate der Malpighischen Knäuel entstanden waren, weniger intensive in den Capillaren des Gehirns, Darms, Herzmuskels und der Haut. Eine 17jähr. Irre war den 15. Juni aus dem Fenster gesprungen und hatte die linke Tibia und Fibula gebrochen. Auf grosse Unruhe in der ersten Zeit nach der Verletzung folgte zunehmendes Coma und am Morgen des 19. der Tod, nachdem noch blutige Sputa aufgetreten waren Die Section ergab enorme Hyperämie beider Lungen mit zahlreichen capillären Hämorrhagien, die mikroskopische Untersuchung ausgedehnte Fettembolie der kleinsten Arterienzweige und Capillaren der Lungen, sehr unbedeutende der Malpighischen Körper der Nieren und des Gehirns. Genau denselben Befund ergab die Obduction und nachfolgende mikroskopische Untersuchung bei einem 43jähr. Potator, welcher den 4. Juli einen Comminutivbruch der rechten Tibia und Fibula durch Ueberfahren erlitten hatte. Am Tag nach der Verletzung stellten sich die Erscheinungen von Delirium tremens ein, wozu sich zuletzt einige tetanische Anfälle gesellten, welchen der Kranke den 7. erlag. Diese Fälle stimmen sowohl unter einander als mit den von dem Entdecker der Fettembolie, E. Wagner, veröffentlichten so vollkommen überein, dass sie eines weiteren Commentars nicht bedürfen.

Eitrige Lymphangitis fand sich im Cruralstrang eines 67jähr. Mannes im Anschluss an ein Erysipel des Unterschenkels, bei 3 Frauen im Plexus spermaticus im Anschluss an Diphtherie des puerperalen Uterus.

Eitrige Lymphadenitis fand sich einmal in den retroperitonäalen Drüsen neben eitriger Lymphangitis spermatica, in einem zweiten Fall in einzelnen Drüsen der Mesenterialwurzel neben eitriger Phlegmone des Mesenteriums und retroperitonäalen Bindegewebs, welche zugleich mit Thrombose der Pfortader von einem Ulcus rotundum duodeni aus sich entwickelt hatte.

Pigmentirung und narbige Schrumpfung sämmtlicher inguinaler und lumbarer Drüsen fand sich bei einem mit Elephantiasis beider

unteren Extremitäten behafteten 15jähr. Jüngling. Auf die Bronchialdrüsen beschränkt fand sie sich mit oder ohne gleichzeitige Verkreidung, abgesehen von den durch Tuberkulose bedingten Fällen, 11mal vor, in 6 von diesen 11 Fällen war chronische Pneumonie mit Bronchialerweiterung das disponirende Moment gewesen. Die Lymphdrüsenschrumpfung hatte zweimal zu Stenose grosser Bronchien, einmal zu solcher eines grösseren Lungenarterienzweigs geführt, während in einem vierten Fall eine pigmentirte Narbe einen früheren Durchbruch einer eiternden Drüse in den anliegenden Bronchus vermuthen liess. Bei einer 73jähr. Frau fanden sich mehrfache Verkalkungen der mesenterialen Lymphdrüsen neben chronischem Katarrh des Wurmfortsatzes.

Respirationssystem.

Eitrige Pleuritis fand sich, von den leichten die Pneumonie begleitenden Formen abgesehen, in 13 Fällen = 8. 7 %. Sie war stets secundärer Process und zwar bestand das disponirende Moment je viermal in embolischem Lungenabscess und in Peritonitis, zweimal in Rippenbrüchen, je einmal in Bronchiectasie, Tuberkulose und Sarkomatose der Lungen. Die Häufigkeit ist auffallend, mit welcher eitrige Peritonitis zu eitriger Pleuritis führte; man wird unwillkürlich versucht, dabei eine massenhafte Durchwanderung von Eiterzellen oder den Erregern der Eiterung überhaupt durch das Zwerchfell im Sinne von Cohnheim und v. Recklinghausen anzunehmen um so mehr, als auch der umgekehrte Fall nicht selten ist, dass an eitrige Pleuritis eine Peritonitis des Zwerchfells sich anschliesst, welche zur Verwachsung des Zwerchfells mit Milz oder Leber schliesslich führen kann.

Die Residuen früherer Pleurareizungen fanden sich in Form mehr oder weniger ausgedehnter Synechien beider Blätter in 44 Leichen = 29 %.

Crupöse Pneumonie war bei 16 Individuen nachweisbar = 10. 8 %. Ihr Sitz war sechsmal in beiden, eben so oft im rechten Unterlappen, zweimal in der ganzen rechten Lunge, zweimal im linken Unterlappen. Bemerkenswerth ist das Auftreten einer Pneumonie, welche sich sowohl hinsichtlich der Körnung und Farbe der Schnittfläche als hinsichtlich der gleichförmigen Verbreitung von der gewöhnlichen crupösen nicht unterscheiden liess, in beiden Lungen eines achtwöchentlichen vorher vollkommen gesunden Knaben, welcher fünf Tage vor seinem Tod unter den üblichen Erscheinungen erkrankt war. In allen übrigen Fällen fand sich der Process neben anderweitigen Affectionen oder doch in Individuen, deren Constitution erhebliche Störungen bereits erlitten hatte. Das disponirende Moment bestand je dreimal in eitriger Lymphangitis und in chronischer

Pneumonie mit Bronchialerweiterung, zweimal in Manie, je einmal in Syphilis, Alkoholismus, Narben des Kleinhirns und Magens, Epitheliom des Magens, chronischer Dysenterie, interstitieller Nephritis, Arthritis deformans.

Bronchopneumonie war in 19 Individuen vorhanden = 12. 8 %. Bei sieben Kindern und einem 44jähr. Emphysematiker stand sie im Anschluss an acute Bronchitis, bei vier Individuen im Anschluss an Diphtherie. Augenscheinlich durch Herabfliessen von Racheninhalt in Trachea und Bronchien bedingt fand sich der Process bei einem vierteljährigen Knaben mit Labium und Palatum fissum, einer 38jähr. Frau mit Epitheliom der Mundhöhle und des Gaumens, zwei Mädchen mit Typhusgeschwüren des Larynx und einem fünfmonatlichen Kind, welches der Dysenterie nach acutem Magen- und Darmkatarrh erlegen war. Bei einer 26jähr. Kranken mit Diabetes fanden sich zahlreiche bronchopneumonische Heerde in beiden Lungen mit brandigem Zerfall, ohne dass die tuberkulöse Natur der Affection mit hinreichender Sicherheit sich hätte erweisen lassen, wie dies in einem zweiten Falle möglich war. Endlich fand sich bei einem 51jähr. Mann eine sehr merkwürdige bronchopneumonische Verdichtung des Unterlappens der rechten Lungen mit ausgedehnter Cholestearinmetamorphose. Der Fall wird im speciellen Theil ausführlich beschrieben werden.

Chronische Pneumonie mit Bronchialerweiterung fand sich bald auf einzelne Lappen der Lungen beschränkt, bald weiter verbreitet in 15 Fällen = 10 %. Vorwiegend waren es Individuen in der vorgeschritteneren Lebensperiode. Auffallend häufig war der untere Abschnitt des rechten Oberlappen betroffen mit gleichzeitiger Synechie des unteren und oberen Lappen und beträchtlicher schwartiger Verdickung der Pleura.

Emphysem höheren Grades fand sich in 9 Individuen = 6. 0 %. Nur in 4 Fällen konnte es als eigentliche Ursache des Todes betrachtet werden, der zweimal durch recente Steigerung des Bronchialkatarrhs, zweimal durch Herzthrombose erfolgte.

Von den zwei Asphyxien erfolgt die eine während der Geburt, die andre durch Ertränkung bei einem 57jähr. Irren.

Digestionssystem.

Von den oberhalb des Zwerchfells liegenden Theilen dieses Systems sind zunächst die Tonsillen zu erwähnen. Sie fanden sich einmal bei einer 24jähr. Puerpera mit frischen Abscessen versehen; in 8 Leichen

= 5. 4 % waren sie vergrössert, zweimal bei jugendlichen Individuen bis zum Umfang grosser Kirschen.

Der Oesophagus fand sich in 7 Leichen mit ausgedehntem Soorbeleg versehen. Chronischer Katarrh fand sich in ihm fünfmal, stets neben chronischem Katarrh des Magens. In 2 Fällen hatte narbige Schrumpfung der Lymphdrüsen an der Trachealbifurcation zur Entstehung kleiner Divertikel seiner Schleimhaut geführt.

Von Lageänderungen der in der Bauchhöhle liegenden Theile des Digestionssystems wurden Hernien in 7 Leichen constatirt = 4. 7 %. Hievon waren je 2 rechtsseitige, je 1 linksseitige Leisten- resp. Schenkelbrüche, ein 47jähr. Mann hatte doppelseitigen Leistenbruch. Zwei Schenkel- und ein Leistenbruch der rechten Seite hatten durch Einklemmung die Herniotomie erforderlich gemacht mit ungünstigem Ausgang.

Eine complicirte Form innerer Einklemmung mit Achsendrehung fand sich bei einer 78jähr. Frau. Eine Schlinge vom Anfang des Ileum war an ihrem freien Rand durch eine strangförmige 3 Centimeter lange Adhäsion divertikelartig ausgezogen und an die innere Oeffnung des linken Schenkelrings befestigt. Der darauf folgende Abschnitt des Ileum hatte sich unter diesem Pseudoligament von links nach rechts durchgeschoben und war in dieser abnormen Lage wahrscheinlich seit längerer Zeit, wie aus den ein halbes Jahr lang vor dem Tod vorhandenen Erscheinungen hervorging, welche in zeitweiser Schmerzhaftigkeit des Unterleibs und hartnäckiger Stuhlverstopfung mit Diarrhoe abwechselnd bestanden. Zwischen dem Mesenterium dieser Darmparthie und dem Pseudoligament hatte sich schliesslich noch eine Strecke des Ileum von links nach rechts durchgeschoben, welche 20 Centimeter über der Bauhin'schen Klappe endigte. Durch letztere Verlagerung war die Stelle des Ileum, welche das Pseudoligament trug, nicht nur beträchtlich gedehnt, sondern auch bis zum Verschwinden des Lumen um seine Längsachse gedreht worden. Der Tod erfolgte unter den gewöhnlichen Erscheinungen der Darmstenose; der ganze Dickdarm war collabirt und leer, Jejunum und Duodenum enorm aufgetrieben, mit graugelblicher trüber Flüssigkeit reichlich gefüllt.

Eitrige Peritonitis fand sich in 19 Fällen = 12. 8 %. Sie war stets secundärer Process; das veranlassende Moment war fünfmal Diphtherie des puerperalen Uterus mit Fortpflanzung des Processes auf die Tuba, in je 4 Fällen operative Verletzung des Bauchfells und Perforation des Wurmfortsatzes, in je 2 Fällen ulcerirende Divertikel der Harnblase mit kleinen Perforationsstellen, Perforationen des Magens und solche des Darms Bei einem todtgeborenen siebenmonatlichen männlichen Kind fand sich frische fibrinös-eitrige Peritonitis als alleinige nachweisbare

Todesursache. Weder von Seite des Kindes noch von Seite der Mutter konnte eine genügende Entstehungsursache des Processes eruirt werden.

Chronischer Katarrh des Magens fand sich in 13 Leichen, worunter 9 Männer. Auch bei dem Ulcus rotundum, welches sich im Ganzen neunmal fand = 6.07 %, stellte abweichend von der Regel das männliche Geschlecht mit 5 Fällen das grössere Contingent. Sitz des Geschwürs war achtmal der Magen, einmal das Duodenum; in 6 Fällen wurde der Process durch die charakteristischen Narben constatirt, in 3 Fällen lagen offene Geschwüre vor. Bei einem 65jähr. Mann erfolgte der Tod durch Blutung, bei einem 60jährigen waren zwei Geschwüre vorhanden, das eine an der gewöhnlich betroffenen Stelle der hinteren das andere gerade gegenüber an der vorderen Wand, das letztere hatte durch Perforation zu eitriger Peritonitis geführt. Ein groschengrosses kurz oberhalb des Vater'schen Divertikels sitzendes Ulcus duodeni hatte zu Phlegmone der Mesenterialwurzel und des retroperitonäalen Bindegewebs, Lymphdrüseneiterung im Mesenterium, Thrombose der V. mesenterica superior bis zur Pfortader und embolischen Leberabscess geführt; ausserdem fand sich im erweiterten Ende des Ductus choledochus ein voluminöser braunrother Gallenfarbstoffpfropf; ähnliche Concremente fanden sich in einer Anzahl sackförmiger Gallengangerweiterungen innerhalb der Leber.

Chronischer Katarrh des Dünn- und Dickdarms wurde von den mit Tuberkulose verbundenen Fällen abgesehen in 7 Leichen = 4.7 % constatirt. Er war viermal im Anschluss an allgemeine Venenstauung, dreimal im Anschluss an chronische Nephritis ausgebildet; in einem der letzteren Fälle fand sich neben schiefriger Pigmentirung weit verbreitete kystomatöse Umwandlung der Drüsen.

Acute Dysenterie war Todesursache bei einem 37jähr. Mann und einem neugeborenen Knaben; beide Fälle schliessen sich an die im vorjährigen Bericht erwähnte kleine Epidemie an. Der chronischen Dysenterie erlag ein 27 jähr. Mann aus den Ostseeprovinzen Russlands. Die Erkrankung hatte seit 2 Jahren bestanden und zu drei fistulösen Durchbohrungen der äusseren Haut vom Colon descendens aus geführt; daneben fand sich ausgebreitete Amyloid degeneration der Unterleibsorgane und eine terminale crupöse Pneumonie.

In 7 Individuen = 4.7 % fanden sich theils wirkliche Kothsteine, theils Veränderungen, welche auf deren frühere Anwesenheit bezogen werden mussten, im Processus vermiformis. Bei zweien von den 6 Fällen der ersteren Kategorie war es zu Perforation gekommen, in einem derselben fanden sich gleichzeitig 3 Concremente, welche Barthaare des Individuums enthielten. Zu erwähnen ist die Beobachtung eines Koth-

steins im Wurmfortsatz einer 24jhr. Tuberkulosen, deren einige Jahre früher verstorbener Bruder die gleiche Affection dargeboten hatte. Als wahrscheinliche Folge eines früher vorhandenen Concrements fand sich Obliteration der peripherischen Hälfte des Wurmfortsatzes mit Pigmentirung bei einem 51jähr. Mann.

Ein verkreideter Echinococcus fand sich in der Leber eines 43jähr. Mannes.

Gallensteine waren in 10 Leichen vorhanden; wie im Vorjahre stellte das weibliche Geschlecht mit 7 Fällen das grössere Contingent.

Uropoetisches System.

Tubuläre Nephritis wurde in 8 Fällen beobachtet; zweimal als chronischer Process mit Verfettung der Epithelien und amyloider Degeneration des Gefässapparats; sechsmal acut und secundär und zwar dreimal neben Diphtherie, zweimal neben crupöser Pneumonie, einmal bei Typhus neben acutem eitrigem Katarrh des Nierenbeckens und der Blase bei einem 17jähr. Mädchen.

Interstitielle Nephritis wurde in 8 Fällen constatirt, welche sich gleichmässig auf beide Geschlechter vertheilen. Ihr Sitz waren in 4 Fällen beide Nieren, davon einmal die rechte stärker als die linke, in 3 Fällen war die rechte, in 1 Fall die linke Niere ausschliesslich betroffen. Ohne Ausnahme fand der Process im Anschluss an chronischen Katarrh des Nierenbeckens und der Blase. In 7 von den 8 Fällen war in letzterem Organ und der Urethra der Ausgangspunct; im achten, dem einer 77jähr. Frau, war derselbe im Nierenbecken gelegen, welches reichlichen Harnsäuregries enthielt; die rechte Niere enthielt gleichzeitig in ihrer oberen Parthie ein kirschengrosse Cyste, welche von analogen Ablagerungen ganz erfüllt und wahrscheinlich aus der Abschnürung eines Nierenkelchs hervorgegangen war.

In zwei Fällen von chronischem Urethralkatarrh mit Prostatahyperplasie hatte suppurative Nephritis an die interstitielle sich angeschlossen. Dasselbe hatte bei einer 65jähr. Frau statt, welche mit chronischem Katarrh der Blasen- und Genitalschleimhaut behaftet war. Es fand sich die Schleimhaut beider Nierenbecken beträchtlich verdickt, schiefergrau, stellenweise oberflächlich ulcerirt, der enthaltene Harn eitrig trübe und übelriechend, die rechte Niere bis auf einen unscheinbaren 8 Centimeter langen, 5 Cent. breiten Rest geschwunden, die Oberfläche narbig höckerig, im Innern zahlreiche disseminirte Abscesse; die linke Niere 18 Centimeter lang, 11 breit, die Oberfläche grob granulirt mit adhärenter verdickter Kapsel, das Parenchym derb, von zahlreichen verdich-

teten Bindegewebszügen durchsetzt, gleichfalls eine Anzahl rundlicher und streifiger Eitereinlagerungen enthaltend.

Amyloiddegeneration höheren Grades fand sich in 6 Leichen: sie stand je zweimal im Anschluss an Tuberkulose und chronische tubuläre Nephritis, je einmal an chronische Dysenterie und Elephantiasis.

Harnsäureinfarct wurde in den Nieren von 4 Neugeborenen, Kalkinfarct in jenen von drei Erwachsenen angetroffen; in keinem der letzteren Fälle war eine Veränderung des Knochensystems vorhanden. Ein enormer Grad von Hydronephrose fand sich bei einem 60jähr. an Epitheliom des Magens verstorbenen Mann. Die rechte Niere stellte einen dünnwandigen kindskopfgrossen Sack dar, welcher röthlich gelbe klare Flüssigkeit enthielt und in der Wandung einzelne Reste des Parenchyms zeigte. Der Ureter war kurz nach seinem Ursprung aus dem Nierenbecken an einer umschriebenen Stelle obliterirt, die Ursache der Obliteration liess sich nicht ermitteln. Geringere Grade fanden sich bei einer Frau mit Epitheliom und einem 1jähr. Knaben mit angeborener Phimose.

Concremente im Nierenbecken fanden sich in 3 Leichen, 2 Frauen und einem halbjährigen männlichen Kind; stets war die Concrementbildung mit eitrigem Katarrh des Beckens verbunden.

Katarrh der Harnblase fand sich in 14 Fällen = 9. 4 %, hievon stellte das weibliche Geschlecht mit 8 Fällen das grössere Contingent. In 10 Fällen hatte der Process von der Urethra auf die Blase sich fortgepflanzt, in je einem Fall waren Typhus und Verletzung des Rückenmarks mit Blasenlähmung die veranlassenden Momente. Besondere Erwähnung verdienen die übrig bleibenden zwei Fälle, bei welchen neben den Erscheinungen des chronischen Katarrhs mehrfache Ulcerationen auf der Blasenschleimhaut sich vorfanden und zwar im Anschluss an hochgradige variköse Erweiterung der Blasenvenen, welche in dem einen Fall eine fast zusammenhängende blauschwarze wulstige Schichte auf der Innenwand des Organs bildeten.

Genitalsystem.

Von Erkrankungen der männlichen Genitalien ist zu erwähnen der chronische Katarrh der Urethra. Er fand sich bei 10 Individuen = 11. 9 % der männlichen Leichen, darunter 4 Irre mit periodischer Manie. Der Process war in 5 Fällen mit Vergrösserung der Prostata, in 1 mit Strictur der Pars membranacea und Fistelbildung complicirt. In vier Fällen waren die Samenblasen nachweisbar betheiligt, ihre Wandungen verdickt und schiefrig pigmentirt, die enthaltene Flüssigkeit gelblich und von eitrigem Aussehen. Uebereinstimmend ergab die Untersuchung

dieser Flüssigkeit als Ursache der gelben Färbung zahlreiche grosse mit gelbem Pigment erfüllte Körnchenzellen, welche wahrscheinlich den bekanntlich normal gelbes Pigment führenden Epithelien der Samenblasen entstammten. Daneben fanden sich ausser wohl ausgebildeten Samenfäden sparsame Eiterzellen und grosse concentrisch geschichtete weiche mattglänzende Kugeln, ähnlich den Concretionen, wie sie gewöhnlich in der Prostata sich finden. Gelbliche Färbung des Sperma ist die gewöhnliche Art, durch welche die Betheiligung der Samenblasen am granulösen Katarrh der hinteren Parthien der Urethra sich kundgibt; sie ist ungleich häufiger bedingt durch Beimischung pigmenthaltiger Körnchenzellen als durch solche von Eiterzellen und es ist entschieden unrichtig, wenn selbst in neueren Abhandlungen über diese Erkrankung gelbes und eitriges Sperma ohne Weiteres als identisch genommen werden.

Hydrocele wurde in 2 Fällen beobachtet, das eine Mal rechts, das andre Mal links; in einem dritten Fall fand sich Synechie beider Blätter der Scheidenhaut als Folge der Radicaloperation.

Katarrh der weiblichen Genitalschleimhaut fand sich von den neben Neubildungen entwickelten Formen abgesehen in 8 Individuen = 12. 5 % aller weiblichen Leichen. Hier ist der Fall eines 22jähr. Mädchens zu erwähnen, welches einer jauchigen Peritonitis nach Durchbohrung des Wurmfortsatzes erlegen war. In Tuben und Uterus, in letzterem vom Fundus gegen den Cervix hin abnehmend, fand sich Schwellung und graue Verfärbung der Schleimhaut mit graugelben übelriechenden Secret, Scheide und Hymen unverändert. Der Befund stimmt mit der Annahme, dass die Veränderung des Uterus durch Uebergreifen der Jauchung vom Peritonäum auf die Schleimhaut der Tube vermittelt wurde.

Bei einer 57jähr. an crupöser Pneumonie verstorbenen Frau fand sich ein gelblicher in Zusammenhang abziehbarer Croupbeleg auf der Schleimhaut der Vagina in ihrer ganzen Länge.

Diphtherie des puerperalen Uterus lieferte nicht weniger als 7 Todesfälle. Der Befund war in allen Fällen derselbe: Verlauf von 1 bis 8 Tagen, gelblich-grauer oder bräunlicher übelriechender Beleg an der Innenfläche des Uterus, enormer Katarrh, in einem Falle deutliche Diphtherie im peripherischen Theil der Tube, allgemeine eitrige Peritonitis, eitrige Lymphangitis im Plexus spermaticus, wozu sich in einem Fall Eiterung der retroperitonäalen Drüsen gesellte. Wiederholt nahmen Pleuren und Gelenkhöhlen in einem Fall auch die Meningen an der Eiterung Antheil.

Bei einer 35jähr. Tuberkulösen fand sich eine thalergrosse etwa 1 Mm. dicke orangegelbe Auflagerung auf der Rückfläche des Uterus,

welche durch reichlichen Hämatoidingehalt auf ein früheres Extravasat hinwies.

Von Gestalt und Lageänderungen des Uterus fand sich Verlängerung des Cervix und Vergrösserung des ganzen Uterus in je einem Fall neben chronischem Katarrh. Bei einer 84jähr. Frau war der Cervicalcanal an seinen beiden Enden obliterirt mit Erweiterung der Höhle und Erfüllung mit farbloser opalisirender Flüssigkeit. Schiefe Gestalt des Uterus bedingt durch Zurückbleiben der linken Hälfte mit gleichzeitiger Verkürzung des linken breiten Mutterbands fand sich bei einem 17jähr. Mädchen. Beugungen und Neigungen des Uterus nach vorwärts fanden sich in 7, nach rückwärts in 4, nach der Seite in 2 Individuen.

Hydrops der Tuben mit beträchtlicher Verengerung ihrer Ostien fand sich bei einer 41jähr. Frau.

Haut.

Erysipel wurde in 4 Leichen beobachtet, sein Auftreten hatte einmal spontan, dreimal im Anschluss an Wundflächen der unteren Extremitäten stattgefunden. Stets wurden die zu der erysipelatösen Hautparthie gehörigen Lymphdrüsen geschwellt und intensiv hyperämisch gefunden, in zwei Fällen fand sich überdies eitrige Lymphangitis im betreffenden Gefässstrang. Besondere Erwähnung verdient ein Fall von Erysipel neben Elephantiasis der unteren Extremitäten. Bei einem 15jähr. Jüngling von früher guter Gesundheit waren im Sommer 1865 mehrfache rothe Anschwellungen der Haut aufgetreten an den unteren Extremitäten, welche einige Tage standen, dann bräunlich sich färbten und im Lauf von 2 bis 3 Wochen wieder verschwanden. Im Herbst traten neben Fiebererscheinungen Schmerzen im rechten Unterschenkel und der rechten Hüfte auf. In beiden Gegenden bildeten sich Abscesse. Bald darauf kam es zu Eiterung der Leistendrüsen der rechten Seite mit Aufbruch an fünf Stellen, aus welchen längere Zeit hindurch grosse Quantitäten von Eiter sich entleerten. An Weihnachten 1865 begann die rechte, etwas später die linke untere Extremität zu schwellen, die Schwellung nahm allmählich so colossale Dimensionen an, dass sie den Gebrauch der Extremitäten unmöglich machte. Dabei dauerte die Eiterung am rechten Unterschenkel, in der Hüfte und Leistengegend fort mit gelegentlicher Entleerung von Knochensplittern am ersteren Ort, während die Constitution sich verschlechterte. Kurz nach der am 15. Juli 1867 erfolgten Aufnahme des Kranken in das Spital brach ein Erysipel um eine Excoriation des linken Unterschenkels aus, welchem der Kranke in wenigen Tagen erlag.

Die Section ergab beträchtliche Abmagerung der oberen Körperhälfte, Schwund und Verfettung der Muskeln, Oedem des Scrotum, Ascites, frische Embolie einzelner Lungenarterienzweige. Die Haut in den oberen zwei Drittheilen des linken Oberschenkels und am Bauch geröthet und stellenweise in Blasen erhoben. In der Leiste, Hüfte und unter dem Kniee der rechten Seite mehrere von wulstigen Granulationen umgebene Fistelöffnungen, aus welchen bei Druck Eiter sich entleert. Beide Füsse und Unterschenkel, von letzteren namentlich der rechte, vergrössert, der Umfang des rechten Fusses 49, jener des linken 52, der der rechten Wade 52, jener der linken 41 Centimeter betragend. Die Volumzunahme auf Haut und Unterhautbindegewebe beschränkt, deren Dicke an den Unterschenkeln zwischen 4 und 6, an den Füssen 8 Centimeter beträgt. Die Oberfläche der Haut theils glatt, theils warzig und knotig uneben, die Schnittfläche von beiden weiss und reich an farbloser spontan sich entleerender und alsbald gerinnender Flüssigkeit. Die Muskeln beider Unterschenkel und Füsse gelblich verfärbt und atrophisch. Die Nerven sowie die Blut- und Lymphgefässe soviel von letzteren überhaupt aufgefunden werden konnte, ohne nachweisbare Veränderung. Die Knochen des Fusses durch Rarefaction des Knochengewebes weich und leicht schneidbar. Die rechte Tibia nahe der Tuberositas an ihrer vorderen Fläche durch Osteophytauflagerungen verdickt, stellenweise rauh, im Inneren mehrere haselnussgrosse glattwandige Abscesse enthaltend mit Sclerose der umgebenden Knochensubstanz und mehreren zur Oberfläche der Haut führenden Fistelgängen. Das Kniegelenk frei. Der rechte Schenkelkopf mit der Pfanne durch knöcherne Vereinigung verbunden, sein Gewebe sclerotisch, die Rinde des Femur an mehreren Stellen von Periost entblöst und rauh, letzteres allenthalben verdickt, in den umgebenden Weichtheilen mehrere Abscesse. Die Nerven beider Oberschenkel unverändert. Die rechtsseitigen Venen mit Leichengerinnseln versehen, die linke V. saphena thrombosirt, ebenso die Cruralis von der Einmündung der Profunda bis zur Vereinigung mit der Hypogastrica. Das subcutane Bindegewebe der rechten Leistengegend mehrere narbig verdickte Stellen zeigend, ebensolche finden sich unter dem Parietalperitonäum der vorderen Beckenwand. Die Gefässscheiden längs des ganzen Verlaufs der Art. iliacae namentlich rechterseits beträchtlich verdickt, schwärzlich grau pigmentirt, stellenweise von narbiger Beschaffenheit, die spärlichen dazwischen liegenden Lymphdrüsen auffallend schmal, derb, graupigmentirt, augenscheinlich in narbiger Umwandlung. Die lumbaren Drüsen zum Theil geschwellt und im Zustand intensiver Hyperämie. Ich glaube, dass Verlauf und Leichenbefund in diesem Fall zu der Annahme führen, dass der Aus-

gangspunct des Processes in einer eitrigen Periostitis und Endostitis von Tibia und Femur der rechten Seite zu suchen ist, woran secundär die Eiterung der rechtsseitigen Leistendrüsen und, wahrscheinlich als Folge einer Thrombose, der narbige Schwund der Lymphbahnen und Lymphdrüsen im Verlauf der Art. iliaca ext. sich anschloss. Dass im Verlauf des gleichnamigen Lymphgefässstrangs der linken Seite analoge Veränderungen sich vorfanden wie auf der rechten, erklärt sich durch die Annahme, dass nach eingeleiteter Lymphstauung der rechten Seite mit abnormen Stoffen beladene Lymphe durch Collateralbahnen dem Lymphgefässstrang der linken Seite zugeleitet wurde. Damit stimmt die Beobachtung, dass die rechte untere Extremität früher anfing sich zu vergrössern als die linke. Wenn wir mit C. Ludwig annehmen, dass in Form der Lymphe ein wesentlicher Theil der Ernährungssäfte den Körpergeweben geboten wird, so erscheint die Volumzunahme der beiden unteren Extremitäten als eine nothwendige Folge der Lymphstauung, welche durch den narbigen Schwund der Drüsen und Lymphbahnen im Becken bedingt war.

Bewegungssystem.

Von Verletzungen der Knochen ist ausser den schon besprochenen Unterschenkelbrüchen mit nachfolgender Fettembolie hier zu erwähnen ein Fall von Bruch der 6. bis 9. rechten Rippe durch Ueberfahren mit enormer Zerreissung der Abdominalorgane. Ein 21jähr. Knecht wurde von einem Lastwagen überfahren und erst einige Zeit nachher todt aufgefunden. Es fand sich eine breite ringförmige Sugillation an der unteren Parthie des Thorax. Die 6. bis 9. Rippe in der Gegend der grössten Convexität gebrochen, die Weichtheile des sechsten Intercostalraumes von der Bruchstelle bis zum vorderen Ende durchrissen, in der Brusthöhle etwa 200 CC. Blut. Der grosse Leberlappen vom Aufhängeband und Kreuzband sowie vom kleinen Lappen abgerissen, frei beweglich und so gedreht, dass der abgerissene obere Rand nach unten im Mesogastrium, der untere Rand mit der Gallenblase nach oben unter dem Zwerchfell lag. Das Ligamentum hepato-duodenale, Leberarterie, Pfortader und Gallengänge unverletzt. Ein querer Riss in der vorderen Fläche der Milz, ebensolche in beiden Nieren. In der Bauchhöhle mindestens 2 Kilogramm geronnenes Blut.

Bei einem 46jähr. Mann wurde eine Luxation des linken Oberschenkels gefunden, welche seit dem vierten Lebensjahr bestanden hatte. Die Extremität zeigte sich verkürzt und im Kniegelenk gebeugt mit Herabtreten der Patella auf die vordere Tibiakante und Umlegung

der letzteren nach Aussen. Die Gelenkflächen des Kniees unversehrt, Extension jedoch nach Durchschneidung sämmtlicher Flexoren nicht ausführbar, da augenscheinlich die hinteren Parthien der Gelenkkapsel geschrumpft waren. Sämmtliche Oberschenkelmuskeln hochgradig atrophisch neben Verdickung der Fascien und Oedem des intermusculären Bindegewebes. Die ursprüngliche Pfanne in einen dreieckigen mit gewulsteten Knochenrändern versehenen etwa $^1/_3$ des normalen Umfangs einnehmenden flachen Hohlraum verwandelt, welcher von Fett erfüllt war. Die Incisura acetabuli mit der Anheftung des Ligamentum teres erhalten, letzteres continuirlich zu dem nach hinten und oben dislocirten Schenkelkopf verlaufend, welcher an seiner vorderen dem Darmbein anliegenden Fläche abgeplattet und mit einer groschengrossen Schliffläche versehen war, während sein Knorpelüberzug allenthalben rundliche flache theilweise verkalkte Knorpelwucherungen zeigte, ganz ähnlich jenen eines an Arthritis deformans leidenden Schenkelkopfs. Die neue Pfanne zeigte sich gebildet durch beträchtliche Osteophytwucherungen auf dem Darmbein, der Grund in der Peripherie mit sehnigem Bindegewebe überzogen, in der Mitte gleichfalls mit einer groschengrossen spiegelnden Schliffläche versehen; durch Verdichtung des Periosts und der ihm anliegenden Bindegewebsschichten war ein unvollkommenes Labrum cartilagineum der flachen Pfanne zu Stande gekommen.

Bei einer 77jähr. Frau fand sich Arthritis deformans fast aller Gelenke, eines grossen Theils der Schleimbeutel und der Sehnenscheiden. Der Fall wird im speciellen Theil ausführlich mitgetheilt werden.

Caspar Friedrich Wolff.

Sein Leben und seine Bedeutung für die Lehre von der organischen Entwickelung.

Von

Alfred Kirchhoff.

Es gibt wenig Männer, deren Gedanken und Werke für alle nachkommenden Geschlechter denkender Menschen so unsterblich und deren persönliches Fortleben in der geschichtlichen Erinnerung doch ein so verkümmertes wäre wie beides bei dem grossen deutschen Physiologen Wolff der Fall ist. Auch ohne die Betrachtung der wissenschaftlichen Bedeutsamkeit dieses Mannes voranzustellen dürfen wir daher wohl für den Versuch, das Andenken an seine Person unverdienter Vergessenheit zu entreissen, ja selbst für die kleineren Züge seines Lebensganges ein entgegenkommendes Interesse voraussetzen. Schon bei einer früheren Gelegenheit [1]) suchten wir einiges Hierhingehörige zusammenzustellen und waren so glücklich einige, theils für Wolff's Berliner Lehrthätigkeit entscheidende, theils für den an der Berliner medicinisch-chirurgischen Schule zu Wolff's Zeiten herrschenden Geist charakteristische Schriftstücke in alten Actenstössen des königl. preussischen Cultusministeriums zu entdecken. Indem wir hinsichtlich dieser und anderer schon damals benutzten Quellen auf jene Schrift verweisen, schliessen wir in die gegenwärtige Darstellung die bisher ganz übersehenen Mittheilungen des Dr. Mursinna [2]) (eines Ammanuensis von Wolff und praktischen Arztes, dessen in Berlin noch mancher Lebende dankbar gedenkt) und Selbstbekenntnisse Wolff's aus seinem Briefwechsel ein, den er mit Haller geführt hat und auf den wir erst durch einen Recen-

1) Die Idee der Pflanzen-Metamorphose bei Wolff und bei Goethe. Berlin 1867.

2) Abgedruckt in Goethe's Werke »Zur Morphologie« 1. Bd. pag 252 ff. der Ausgabe von 1817.

senten unserer Abhandlung in Goeschen's Zeitschrift für wissenschaftliche und praktische Medicin des Näheren aufmerksam gemacht wurden.

Wolff's Leben.

Caspar Friedrich Wolff ist ein Berliner Kind und hat mit unserm grossen Dichter-Naturforscher Goethe, dem er in der Entdeckung der Pflanzen-Metamorphose den Rang ablief, das gemein, dass seine Vorfahren dem ehrsamen Schneiderhandwerk angehörten. Wie Goethe's Grossvater ein Schneider in Artern an der Unstrut, so war Wolff's Vater ein Schneider in Berlin. Glücklicherweise war jedoch auch der Schneidermeister Wolff wohlhabend genug, um dem kleinen Caspar Friedrich, der schon frühzeitig Talente zeigte, einen gelehrten Schulunterricht angedeihen zu lassen. Wissen wir auch nicht, auf welcher Schule Berlins Wolff seine allgemeine Vorbildung erhielt, so ist es uns doch um so sicherer, nämlich durch seine eigene Erzählung, bekannt, dass er auf dem Collegium medico-chirurgicum seiner Vaterstadt in sein Special-Studium, das der Medicin und Naturwissenschaft, eingeweiht wurde. Im Jahre 1733 geboren, war er kaum 20 Jahre alt, als er unter Johann Friedrich Meckel, dem Professor der Anatomie an dem medicinisch-chirurgischen Institut, sein erstes Präparat — ein Muskelpräparat vom Fuss eines Hydropischen — fertigte. Er scheint mehrere Jahre Zuhörer und Practicant im Collegium geblieben zu sein, bis er zur Erlangung tieferer und allgemeinerer Wissenschaft die Universität Halle bezog. Hier reiften bereits in ihm die Ideen der grossen Revolution, die er auf dem Gebiete der organischen Naturwissenschaft verursachte; nicht als Wunderkind, aber doch als junger Mann von 26 Jahren vollzog er in seiner berühmten Dissertation mit jugendlicher Entschlossenheit den Bruch mit der seit dem Beginn des 17. Jahrhunderts herrschend gewordenen, jetzt aber von dem grossen Haller so glänzend vertretenen Theorie der Evolution. Am 28. November 1759 war es, wo er unter den solennen akademischen Feierlichkeiten seine Theoria Generationis d. h. seine Theorie von dem wirklichen Werden der Organismen aus einem Keim, der den fertigen Körper noch nicht in mysteriöser Präformirung birgt, also die »Epigenetik«, die Lehre von der wahren »Entwickelung« öffentlich vertheidigte und die Doctorwürde als Siegespreis davontrug.

In der nächsten Folgezeit finden wir ihn wieder in Berlin, von wo er kurz vor dem Weihnachtsfest 1759 seinem grossen und von ihm stets mit tiefster Ehrfurcht genannten Gegner Albrecht von Haller die Dissertation zusendet. Vielleicht hatte er jetzt noch einen Cursus am

medicinisch-chirurgischen Collegium zu absolviren, da ihm jene Vorstudien der früheren Jahre wohl nicht als ein solcher gerechnet wurden und nach allgemein gültiger Vorschrift dem »Obercollegium medicum« das Testat über die Absolvirung jenes Cursus wegen Zulassung zur medicinischen Staatsprüfung vorgelegt werden musste.

Nun war damals in dem mörderischen Krieg der sieben Jahre eben die goldene Zeit für Aerzte und Chirurgen erschienen. Der vortreffliche Cothenius hatte die Leitung des gesammten Feldlazarethwesens übernommen und war nicht gesonnen durch das gewissenlose Naturalisiren gar nicht wissenschaftlich gebildeter Feldscheere die Opfer des Kriegs zu vermehren: er forderte deshalb im Berliner Collegium wie in den Lazareth-Lehranstalten Studien in Osteologie, Myologie und Splanchnologie, die allem Operiren vorangehen sollten. So war es ihm denn gerade recht, in dem 1761 von ihm als Feldarzt beim Breslauer Feldlazareth angestellten Dr. Wolff den Mann zu finden, der mit logischer Klarheit und vollster Beherrschung des wissenschaftlichen Materials den jungen Feldwundärzten Vorlesungen über Anatomie halten konnte; er enthob ihn daher bald von dem gewöhnlichen Lazarethdienst, um sein Lehrtalent desto vollständiger verwerthen zu können. Damals (1762) war es, wo ihn nach der Eroberung von Schweidnitz Mursinna zuerst sah und ihm alsbald, obgleich erst ein Siebzehnjähriger, als Ammanuensis bei seinen Vorträgen vor mehreren Hunderten von angehenden Feldwundärzten hilfreich zur Hand ging. An Cadavern war nie Mangel, und auch mit aus diesem Grunde waren Wolff's ausgezeichnete Vorträge dermassen anziehend, dass bald sämmtliche Militär- wie Civilärzte der Stadt Breslau sich zu seinem Auditorium drängten.

Aber so vortrefflich die Leistungen Wolff's nach Ausweis der monatlichen Examina seiner Schüler waren — das Friedensjahr kam, und mit den andern wurde auch das Breslauer Feldlazareth aufgehoben, Docenten und Aerzte entlassen. Wolff hatte sich zwar schon im Frühjahr 1762 an seinen hohen Gönner Cothenius mit der Bitte gewendet, ihm die Erlaubniss zu öffentlichen Vorlesungen über Physiologie in Berlin auszuwirken, die engherzig zünftigen Professoren des dortigen Collegiums weigerten sich jedoch mit eifersüchtiger Betonung ihrer »Privilegia und Prärogativen« energisch den Störenfried in ihren freundvetterlichen Verband der Schwagerschaft und des Nepotismus aufzunehmen. Jetzt, nach Auflösung der Breslauer Lazarethschule, war daher Wolff trotz der unschätzbaren Dienste, die er dem Staat in traurigster Zeit geleistet, brodlos. Er zog nun ins elterliche Haus nach Berlin zurück, und hier fand ihn Mursinna, den sein Genius auch bald danach hierher führte, im engen Schneiderstübchen unter Büchern vergraben. Trüb-

selig scheint Wolff indessen den Gefährten von Breslau nicht empfangen zu haben, denn schon hatte er von Cothenius die Erlaubniss zu Privatvorlesungen erhalten, und, konnte er auch bei der sich zu offener Feindseligkeit steigernden Abneigung der Collegiumsprofessoren gegen ihn zu keiner, auch noch so bescheiden dotirten, Professur, zu keiner Mitbenutzung weder der Apparate des Collegiums noch der aus öffentlichen Kranken- und Armenhäusern dorthin gelieferten Cadaver gelangen, so ging er doch rüstig ans Werk, machte den jungen Mursinna abermals zu seinem Ammanuensis und liess ihn zunächst die Zettel vertheilen, auf denen sich zu seinen angebotenen Vorlesungen die Annehmenden eintragen sollten. Und in Kurzem gab es der Unterschriften auf diesen Zetteln so viele, dass man Noth hatte, einen die Zuhörer fassenden Saal ausfindig zu machen.

Es mögen Wolff's freudigste Jahre gewesen sein, wo er immer neue jugendliche Anhänger für seine immer tiefer durchdachten, immer klarer dargestellten Theorien sich erwarb, wo er zugleich für seine wissenschaftliche Stellung und für seine persönliche Lage den »Kampf ums Dasein« in frischester Manneskraft durchkämpfte. Er las mit Meisterschaft ein Colleg über Logik und wusste die Medicin wie eine angewandte Logik vorzutragen, was der damaligen medicinischen Wissenschaft zu mancher Säuberung von phraseologischer Tradition und von unklaren Zuthaten neuer Hypothesen genützt haben wird. Daneben soll er Pathologie und specielle Therapie gelesen haben, als wenn er der grösste praktische Arzt gewesen wäre; zumal aber seine Generations-Theorie verfolgte er mit erneutem Eifer und gab 1764 eine deutsche, ursprünglich nur für einen engeren Freundeskreis berechnete, Bearbeitung derselben für seine Zuhörer in Druck. Seine treusten Gefährten waren und blieben die Hühner, die ihm um die Wette Eier legen mussten, damit er jede Viertelstunde eins aufbrechen und das Werden und Wachsen des Embryos unter dem Mikroskop verfolgen konnte.

Natürlich brachten seine physiologischen Ketzereien die alten Perrücken des Collegiums in immer grössere Aufregung. Der ältere Meckel, sein früherer Lehrer, und Professor Walther zogen auf dem Katheder gründlich über ihn los, und ihre Schüler wie die Wolff's lebten in förmlicher Fehde. So sehr man es aber selbst dem kurzen Berichte Mursinna's anhört, mit wie frischem Muthe dieser Kampf geführt wurde bei seiner inneren Siegesgewissheit und seinen entsprechenden äusseren Erfolgen »der Bekehrung und Versammlung der Meisten zu den Fahnen des Wolfs« — endlich erlahmte bei den ewigen neidischen Intriguen seiner Gegner, bei dem ewigen Erwiedern seiner offenen, freilich

scharfen Schwertstreiche mit heimtückischen Nadelstichen auch Wolff's Lust am Weiterkampf mit derartig ungleichen Waffen.

Für die Gewinnung einer äusserlich gesicherten Existenz wurde somit dieser Kampf immer aussichtsloser, und um so freudiger wurde daher der Ruf der grossen Kaiserin aus fernem Norden von ihm willkommen geheissen, der im Jahre 1766 an ihn gelangte. Eine heftige Augenentzündung, an der er im Winter 1766 zu 67 litt, scheint ihn von der Reise noch einige Zeit zurückgehalten zu haben, aber sein Entschluss, dem Rufe der Kaiserin Katharina nach Petersburg Folge zu leisten, stand bereits bei ihm fest. Wohl war es ein Entschluss, der mit Resignation verbunden war: fern von der Vaterstadt, im kalten Nordlande, ohne den ewig frischen Kranz begeisterter Schüler um sich zu haben und ausser allem näheren Verkehr mit europäischer Wissenschaft sollte er von nun an leben! — In einem Brief an Haller verzichtet er schmerzlich auf die verheissene Zusendung des 2. Theiles von dessen Opera minora, da er nunmehr, wo seine Abreise vor der Thür stehe, »kein Uebersendungsmittel in die Ferne« absähe. Aber ein Unterpfand der Heimath erkor er sich, da er zum letzten Mal in seinem Leben deutsche Frühlingsluft athmete: er liess sich »ein armes aber schönes Mädchen« in Berlin antrauen und trat mit ihr etwa gegen Ende April 1767[1] die Reise an.

Hatte er bis jetzt vorwiegend als Lehrer gewirkt und nach Mursinna's Versicherung viele gründliche Aerzte gebildet, die den Segen der von ihm erhaltenen klaren und praktischen Unterweisung der leidenden Menschheit weit und breit zutrugen durch die Länder Europa's, — so begannen nun ruhigere Jahre stillen Familienglücks und unablässiger Forschung auf dem Gebiete der blos theoretischen Wissenschaft. Noch stand ja Wolff in der Blüthe seiner Jahre, und war er auch nur mit 800 Rubeln (neben 200 Rubeln Reisegeld) nach Petersburg berufen, so konnte er doch bei aller Bescheidenheit seiner Verhältnisse mit seiner anspruchslosen Gattin, zumal seine Ehe kinderlos blieb, ungestört fleissige und in so fern herrliche Jahre verleben. Man vermag wohl nicht mehr das Häuschen zu zeigen, wo der grosse Mann in stiller Zurückgezogenheit vor dem Thore der modernsten Kaiserstadt der Welt wohnte; aber die Werke, die er hier schuf in fast 27 arbeitreichen Jahren, werden der Stolz der russischen Akademie bleiben, als deren Mitglied er berufen war und für deren Denkschriften er sie schrieb.

Am 22. Februar 1794 machte ein Schlagfluss seinem Leben plötz-

---

1) Mursinna's Angabe, dass er bis 1768 in Berlin docirt hätte, kann nur auf einem Irrthum beruhen.

lich ein Ende; in dem fremden, eisigen Boden grub man sein Grab, und Deutschland musste es geschehen lassen, dass einem seiner besten Söhne Fremde den Nachruf widmeten; doch sie thaten es in edler Weise, indem sie seine Werke für ihn reden liessen und indem sie versicherten, dass die Grösse eines solchen Verlustes über jeder Phrase erhaben sei, dass sie nur eins zu sagen vermöchten: er habe »Alles gethan für den Fortschritt seiner Wissenschaft.«

Versuchen wir es, die Wahrheit dieser Worte der Petersburger Akademie durch die Charakteristik von WOLFF's Stellung in der Geschichte der organischen Naturwissenschaft zu erhärten.

Die Prädelineations-Theorie.

Nichts hat in dem Studium über die Natur des Organismus so sehr Epoche gemacht als die Erfindung des Mikroskops. Als das 16. Jahrhundert diese Erfindung in ihren ersten Anfängen dem 17. zu weiterer Vervollkommnung vererbte, fühlte man sich mit immer wachsendem Staunen einer neuen, nie geahnten Welt gegenüber. An die Entdeckung überseeischer Welten hatte man sich seit mehr denn hundert Jahren gewöhnt, und dass es in weiten Fernen Wunderdinge gäbe, hatte man ja längst geträumt; das Wunder war eigentlich nur dies: dass der Traum zur Wahrheit geworden. Dass es aber in der altbekannten Welt unzählbare Wunderwelten in dem schlichten Gewand der alltäglichsten Erscheinungen gäbe, dass nur die Unvollkommenheit des menschlichen Gesichtssinnes tausend und aber tausend Geschöpfe, ja die üppigste Fülle winziger Keime der schon vordem bekannten Wesen im Innern dieser selbst übersehen hatte, die jetzt nun dem scharf bewahrten Auge offenbart wurden, — das erfüllte mit solchem Stolz gegen alle Vorzeit, dass man in Pflanzen- und Thierforschung am liebsten jede Beziehung zu der älteren Wissenschaft abbrach. Man fühlte sich plötzlich ganz emancipirt sogar von den höchsten Autoritäten des Alterthums, denen das ganze Jahrtausend des Mittelalters so blind gehuldigt hatte. Und besass man nicht das vollste Recht zu sagen: was bindet mich die alte Theorie, und wenn sie auch dem Genie eines ARISTOTELES entstammt ist, meine Beobachtungen sind durchaus neu, von ihnen ausgehend muss ich ganz natürlich zu neuen Schlüssen geführt werden, deren gründlichster Widerspruch mit der alten Theorie mich nur mit Stolz auf den Fortschritt unsrer Zeit zu erfüllen braucht!

Des grossen HARVEY Ausspruch »Omne vivum ex ovo«, dieses Ergebniss der mühsamsten und für jene Zeit unübertrefflichen Untersuchungen, durfte man sicherlich ohne Ueberhebung den aristotelischen

Ansichten von Entstehung der Aale, Mücken, Flöhe, aus Schlamm oder Staub, siegesbewusst entgegenhalten. Aber man ging auf dem Wege der Erklärung des Grossen aus dem Kleinen weiter und weiter, wie auf einer abschüssigen Bahn, und endlich überstürzte man sich. Man kam auf den verhängnissvollen Gedanken: das thierische Ei und, was man demselben irrthümlicherweise analog glaubte, der Same der Pflanze schliesse, wenn auch in kaum sichtbarer Kleinheit, nicht nur die Anlage zum Organismus, sondern diesen selbst in einer derartigen Zusammengedrängtheit der Theile ein, dass uns daraus der trügerische Schein unförmlicher Bildung der einen, ja völligen Fehlens der andern Organe erwüchse. Recht charakteristisch ist für diese psychologisch sehr wohl erklärbare Verirrung aus der kaum eroberten Welt der mikroskopischen Wunder in die der völlig unsichtbaren oder wenigstens für die doch immer nur relative Vollkommenheit der eben zu Gebote stehenden optischen Instrumente unsichtbaren Welt ein Ausspruch eines Schülers Linné's, der im Kampf für die noch zu erwähnende Prolepsis-Theorie äusserte: »Was wir mit den Augen sehen, das müssen wir doch für wahr halten, dass nämlich im Samen das winzige Urgebilde der neuen Pflanze verborgen ist sammt ihren Blattknospen, die nothwendiger Weise (!) wieder Knospen und Knöspchen in sich haben«[1]. Man hatte in den Cotyledonen verborgen die Plumula entdeckt, in der That schon das junge Pflänzchen mit all seinen wesentlichen Organen, den Blattspitzchen am Rudimente des Stengels, der an seiner Basis sogar schon das Würzelchen zeigte. Hatten die Früheren auch die Thatsache längst gewusst, dass aus der Eichel ein Eichbaum erwüchse, — das hätten sie doch nie geglaubt, dass der Eiche Stamm, Wurzel und Laubkrone nicht erst aus der Eichel neu entstünde, sondern bereits in ihr enthalten gewesen, dass alles Wachsen nur dem Herausschieben der Röhrenstücke eines Fernrohrs gleiche. Da schien es doch fürwahr unberechtigte Skepsis, in den Blattachseln des Keims kleinere Knospen, in diesen noch kleinere, auch Blüthenknospen, folglich auch Eichbäume fernerer Generationen in infinitum, in ihnen zu unsichtbarer Kleinheit zwar zusammengezogen, aber nichts desto weniger doch vorhanden — leugnen zu wollen! Man ahnte gar nicht die Falschheit dieser Analogie-Schlüsse, man glaubte völlig auf dem Boden der Erfahrung zu stehen und hatte doch so ganz entschieden die einzig mögliche Richtschnur aller Naturwissenschaft verloren: die sinnliche Wahrnehmung.

Die besten Köpfe sehen wir denn auch in die Zauberkreise dieser Trugschlüsse verfangen, manche mit glühendem Enthusiasmus die

---

1) Linné, Amoenitates academicae. VI, p. 340.

Grossartigkeit dieser »Entdeckung« preisen, andre sich wenigstens in unbefangenster Hingabe mit diesen Ideen befreunden. Wenigstens höchst »wahrscheinlich« dünkte diese Lehre vom unsichtbaren Dasein organischer Wesen in allen ihren Theilen, und wie leicht vertraut der Mensch in Fällen, wo er die Wahrheit nicht erforschbar wähnt, der Wahrscheinlichkeit, die ihm zuletzt der Wahrheit gleichwerthig erscheint. Eine treffliche Benutzung dieser angeerbten Seeleneigenthümlichkeit hörte ich einmal den redegewandten Jesuitenpater HASSLACHER zum Beweis der Unsterblichkeit der Seele machen; in rhetorischer Anaphora fingirte er ein Evangelium, das an den Staub erginge, der da eine Pflanze werden solle und doch die unfassbare Höhe dieses Glücks nicht glauben will, ferner nach Verwirklichung des unglaubhaft erschienenen Wunders ein ähnlich misstrauisch aufgenommenes Evangelium an diese Pflanze, dass sie ein Thier werden solle, ein ferneres an dieses Thier, dass sein Stoff einst die Anlage eines Menschen werden solle, und nachdem er sich sogar in verfänglich physiologischer Evangelisten-Anrede an den Fötus gewendet, der gewiss die Freude das Licht der Sonne dereinst zu schauen in seinem engen Kämmerlein nicht hätte fassen können, schloss er mit emphatischen Hinweis darauf, dass es auch bei den dem Fötuszustande entwachsenen Menschen die entsprechende Erscheinung nur zu allgemein gäbe, dass es wie auf den Vorstufen sehr natürlich, aber ebenso thöricht sei, dem Glück der Verheissung misstrauisch entgegenzusehen. Natürlich überzeugte er damit viele, denn in der That war es ad hominem gesprochen. Die Wissenschaft der beiden vorigen Jahrhunderte ging unbewusst den gleichen Weg.

Ehe wir jedoch bei dem uns beschäftigenden trügerischen Analogieschluss den Mann auftreten lassen, der es muthig ausspricht: »die Botschaft hör' ich wohl, allein mir fehlt der Glaube!« — ist es nothwendig genau die Form zu charakterisiren, zu der sich der Glaube an das unsichtbare Sein im Laufe des 17. und 18. Jahrhunderts ausgebildet hatte. Das Mikroskop lehrte das Vorhandensein von Dingen, die man in der Zeit des unbewaffneten Auges deshalb für nicht vorhanden gehalten hatte, weil man sie nicht gesehen, man hatte irrthümlich da von einem Neuwerden geredet, wo es sich wirklich nur um ein Auswachsen des schon vorhandenen Thieres, der schon vorhandenen Pflanze handelte, und wenn alle Organismen aus elterlichen Organismen hervorgehen, so müssen diese die junge Brut als Theile ihres Inneren schon bergen, diese wieder eine folgende Generation u. s. f. Selbst bei der bis aufs Aeusserste getriebenen Verbesserung der Vergrösserungsgläser können uns diese Einschachtelungen unsichtbar bleiben, denn,

wie ihr Name sagt, können diese Gläser zwar zaubergleich das Kleine gross erscheinen lassen, — aber niemals das Durchsichtige undurchsichtig. Und mit diesem so unzweifelhaft wahren Satze stand man am Rande des Abgrundes und wieder hatte der Satz, der über alle Grenzen der Wissenschaft in das freie Luftreich der Hypothesen hinaustrieb, eine scheinbare Berechtigung durch die auf diesseitigem Gebiet gemachte Erfahrung, dass die Jugendzustände den Organismus in feinster Durchsichtigkeit seiner Theile unter dem Mikroskop erscheinen liessen, oft selbst Injectionen die farblose Krystallhelle nicht zu ändern vermöchten. Wir sehen: man traute ganz sicher dem Schluss, dass die sinnliche Wahrnehmung unzureichend sei, dass die Verkennung dieser Thatsache ganz irrig zur Theorie von einem Neuwerden, von einem wirklichen Werden der Dinge geführt hätte, dass da, wo man wegen nicht zu grosser Kleinheit und Durchsichtigkeit vermeintliches Werden belauschen könne, nur Grösser- und Undurchsichtigwerden Thatsache, Werden also überhaupt nur Dogma, eitles Phantom sei.

Nicht ganz genau pflegt man heutzutage die auf solcher Grundlage errichtete Lehre von organischer Ausbildung die Theorie von der Evolution zu nennen. So wurde vielmehr nur die eine Auffassung der Theorie vom sichtbaren Darbilden des unsichtbar Dagewesenen genannt, die nämlich, welche den Organismus in der Periode seiner Unsichtbarkeit im Ei sich latent dachte; diesen »Ovisten«, an deren Spitze Malpighi und Malebranche standen, traten die »Animalculisten« gegenüber, welche, geführt von Hartsoeker und Leeuwenhoek, ein System der Präformation aufbauten, in welchem die Zoospermien (»animalcula seminis«) die Stelle der Eier vertraten. Entscheiden liess sich dieser Streit ebensowenig wie die Frage, ob die Engel in dem östlichen oder westlichen Himmelsraume wohnen. Und schon darum, weil auf dem Gebiet der Pflanzenforschung beide Richtungen nicht deutlich aus einandertraten, können wir hier mit dem alten Namen der Prädelineation beide Richtungen zu einem wesentlich auf dasselbe hinauslaufenden System verbinden, nach welchem das Leben des Individuums durch die Zeugung nicht begründet, sondern nur zu einer neuen und zwar dem menschlichen Auge sichtbaren Form erweckt wird.

Die vollständigste Ausbildung erreichte dieses System im vorigen Jahrhundert durch Leibniz, Bonnet und Haller. Obgleich Leibniz keine neuen Untersuchungen zur weiteren Begründung der merkwürdigen Theorie anstellte, war er doch nicht nur durch sein unzweifelhaftes Genie ein unschätzbarer Parteigänger, der kleinere Geister mächtig mit fortriss, sondern er trug auch wesentlich zur Entwicklung dieser Lehre bei, indem er sie consequent ausdachte und der Daseinsgeschichte

des Körpers die der Seele hinzufügte. Aller lebendige Stoff ist ihm beseelt, er ist tief durchdrungen von dem unlösbaren Band zwischen Seele und lebendigem Körper, die in ihrer Zweieinigkeit das Individuum (»die Monade«) bilden. Wenn aber, wie er den grössten Forschern seiner Zeit glaubt, der Organismus schon vor der Geburt da war, so war auch seine Seele da, und wenn es nur für den blöden Sinn des Menschen ein Werden, in der That nur ein Sein gibt, so ist nicht bloss die Geburt ein nur scheinbarer Anfang, es ist vielmehr auch der Tod ein nur scheinbares Ende, das Leben nichts als ein Durchgang aus einem unsichtbaren Zustand durch den dem Menschen sichtbaren in einen anderen unsichtbaren. »Die Philosophen«, sagt Leibniz in der Monadologie (Op. phil. p. 711), »haben sich viele Schwierigkeiten gemacht mit dem Ursprunge der Formen, Entelechien oder Seelen. Indessen haben gegenwärtig genaue Untersuchungen, angestellt mit Pflanzen, Insecten und Thieren, zu dem Ergebniss geführt, dass die organischen Körper der Natur niemals aus einem Chaos oder einer Fäulniss hervorgehen, sondern allemal aus Keimen (semences), in denen ohne Zweifel schon eine Präformation vorhanden war; so hat man geurtheilt, dass in dieser Anlage nicht blos der organische Körper vor der Zeugung existirte, sondern auch eine Seele in diesem Körper, mit einem Wort das Individuum selbst, und dass vermittelst der Zeugung dieses Individuum nur fähig gemacht werde zu einer grossen Formwandelung, um ein Individuum anderer Art zu werden. Man sieht selbst etwas Aehnliches ausserhalb der Zeugung, wie wenn die Würmer Fliegen und die Raupen Schmetterlinge werden.« Leibniz war also ganz consequenter Anhänger der Präformations-Theorie, glaubte, dass das Individuum aus der unsichtbaren in die sichtbare Welt durch eine Art Metamorphose übergehe, und natürlich erlaubte sein echt wissenschaftlicher Monismus auch keineswegs den Menschen anders zu betrachten als die übrigen Organismen. An einer Stelle seiner Theodicee, in der er sich auf die mikroskopischen Beobachtungen Leeuwenhoek's ausdrücklich beruft, sagt er (p. 527 der Op. phil.): »So sollte ich meinen, dass die Seelen, welche eines Tages menschliche Seelen sein werden, im Samen, wie jene von anderen Species, dagewesen sind, dass sie in den Voreltern bis auf Adam, also seit dem Anfang der Dinge immer in der Form organisirter Körper existirt haben.«

Hatte die Prädelineations-Theorie in Leibniz einen ausgezeichneten Befürworter gefunden, dessen bewundernswerthe Darstellungen in weitem Umfang Einfluss gewannen, so fand sie in Bonnet einen unermüdlichen Forscher, der in seinem Eifer, dieser Lehre immer mehr empirische Stützen zu schaffen der Naturwissenschaft bleibende Güter

gewann. Wir erinnern nur an seine meisterhaften Untersuchungen über die Blattläuse (veröffentlicht 1745 in seinem Traité d'insectologie I, pag. 26 f.). Es war vielleicht der werthvollste Gewinn für die Theorie der Einschachtelung künftiger Generationen in früheren, dass BONNET durch Absperrung und fast stündliche Beobachtung eines Exemplars der Aphis rosae dasselbe nach viermaliger Häutung am 11. Tage trotz absoluter Jungfräulichkeit eine lebendige Tochter, ja innerhalb weiterer 20 Tage neben der ersten nicht weniger als 94 zur Welt bringen und diese die Parthenogenesis der Mutter treulich nachahmen sah. Das war zugleich ein Sieg der Ovisten über die Animalculisten. Wollte man den Werth der Befruchtung durch Zoospermien in diesem Falle nicht gänzlich in Abrede stellen, so blieb nichts übrig als zu thun was HALLER that: anzunehmen, das Urexemplar einer weiblichen Aphis sei befruchtet worden von dem Samen eines Männchens, der kräftig genug gewesen wäre, alle Hüllen der unzähligen in einander gekapselten Thiere der folgenden Generationen zu durchdringen und diese für Jahrtausende zu befruchten[1]. Auch versäumte HALLER bei Erwähnung dieses Vorgangs, der wenigstens den Schluss auf vielfache Einschachtelung nicht einmal der Befruchtung zur Evolvirung bedürftiger Thiere zu gestatten schien, nicht auf das Lieblingsthier der Einschachtelungstheorie, auf Volvox globator zu verweisen, wo man sich in der That von der Coexistenz mehrerer Generationen in je einem Individuum der jedesmal älteren Generation durch den Augenschein überzeugen konnte.

Dass sich ALBRECHT VON HALLER, dieser JOHANNES MÜLLER des vorigen Jahrhunderts, der Theorie mehr und mehr annahm, trug nun vollends zu ihrer Befestigung und Verbreitung bei. In früheren Schriften hatte er ihr noch gar nicht das Wort geredet, erst seine 1758 erschienenen Beobachtungen über die Bildung des Herzens im bebrüteten Hühnerei zeigen ihn im Lager der Ovisten, als entscheidenden Vertreter der MALPIGHI'schen Ansicht. Und im darauf folgenden Jahrzehnd konnte man sagen, dass durch BONNET's Aufsehen erregendes Werk unter dem Titel »Considérations sur les corps organisés«, vor Allem aber durch die den ganzen physiologischen Wissensschatz der Zeit in sich sammelnden Elementa Physiologiae des grossen Schweizers die Theorie ihren vollen Ausbau gefunden habe.

Die präciseste Fassung der Sache steht im 8. Theil der Elemente unter der siegesgewissen Ueberschrift: Nulla est epigenesis — es gibt kein Werden! »Nulla in corpore animale pars ante aliam facta est, et omnes simul creatae existunt.« Da ist HALLER Evolutionist vom rein-

[1] Halleri Elementa Physiologiae. VI. p. 155. —

sten Wasser: kein Compromiss mit irgend einer gegnerischen Ansicht, wenn es noch irgend wo eine solche gibt, Absagung selbst von den eigenen früher gehegten Zweifeln gegen die Theorie der Ovisten. Was konnte mehr wirken, als wenn ein Haller selbst sagte, was er früher gegen die Theorie der Evolution vorgebracht habe, wie z. B. die Unähnlichkeit des Fötus im Vergleich mit dem ausgewachsenen Thiere, beweise nur für dieselbe (ib. p. 148), denn eben weil nicht gleich alle Theile des sich evolvirenden Thieres in die Erscheinung träten, müsse der Fötus nothwendig missgestaltet aussehen. Wenn der eine Forscher behaupte, zuerst entstehe das Herz, der andre dasselbe vom Hirn, ein dritter dasselbe vom Hirn und Rückenmark behaupte, so sollten sich doch diese Männer bescheiden, dass sie eben diese Theile »zu der Zeit mit Augen gesehen, wo die übrigen Theile verborgen waren«, die aber in Wahrheit mit jenen seit dem Schöpfungstage coexistirt hätten. Dabei schrickt Haller indessen auch vor keiner Consequenz zurück, die sich mit Nothwendigkeit aus dem Leugnen des irdischen Werdens ergab. So behauptet er die (nur latente) Existenz des Geweihes beim eben geborenen Hirsch, des Bartes beim Knaben, alles dies mit derselben Zuversichtlichkeit wie das Dasein des Darms oder der Nieren und des Herzens zur Zeit des vielleicht noch allein sichtbaren Rückenmarks. Ausgehend von der Annahme eines 6000jährigen Bestandes von Erde und Menschheit, einer 30jährigen Durchschnittsdauer des Menschenlebens und einer Kopfzahl von 1000 Millionen gleichzeitig lebender Menschen, berechnet er endlich das Minimum der von Gott auf einmal erschaffenen Menschen auf 200,000,000,000, wobei er es dem Geschmack der Zeit überlässt, sich dieselben entweder als Animalculist in Adams Hoden oder als Ovist in Eva's Eierstock zu denken (ib. p. 150).

All solche Gedanken waren aber noch vielmehr der Wissenschaft nachtheilig als einfach unnütz. Was nämlich musste die Folge davon sein, dass Haller in dem Zeugungsact nichts anderes als eine »Instimulation« sah, durch welche im weiblichen Körper irgend ein Graaf-sches Bläschen des Eierstocks einen Riss bekam und durch diesen Riss in unsichtbarer Kleinheit das Junge in den Eileiter und weiter in die Gebärmutter schlüpfen liess, um sich da endlich zur Sichtbarkeit zu evolviren? Ganz abgesehen von der hierin ausgesprochenen Unklarheit über das Verhältniss des Eies zum Graaf'schen Bläschen und der falschen Beziehung vom Loslösen des Eies zur Begattung, was ja fortgesetzte Untersuchungen so wie so berichtigt haben würden, lag hier doch unverhüllt die Ansicht zu Tage: es sei eine Thorheit nach dem Werden zu fragen. Wo man aber nicht nach dem Werden eines Dinges fragt, schliesst man jede wirkliche Erkenntniss desselben aus. Die Evolutions-

Theorie erreichte in Haller's Physiologie ihren unzweideutigsten Ausdruck und bewies zugleich ihre eigene Unmöglichkeit. Denn eine Theorie soll wissenschaftlich erklären, mithin den Ursprung der Objecte, um die es sich handelt, aufdecken; und diese Theorie bewies oder glaubte doch zu beweisen, dass dieser Ursprung ausserhalb aller Erfahrung d. h. ausserhalb der Naturwissenschaft läge. Dabei konnte die anatomische Forschung die allervorzüglichste sein, sie brachte doch nur Material für eine wirkliche Erklärung des Organismus, diente mithin einer zukünftigen Zeit, der Wissenschaft auf ihrem gegenwärtigen Standpuncte, gegen dessen Erreichung sie aber gerade ankämpfte.

Nicht genug jedoch, dass man in dem blossen Wahn begriffen war, eine Theorie der organischen Bildung zu besitzen, während man den Organismus doch nur »wie die Wilden ein Linienschiff« betrachtete, — es gab die bodenlos luftige Hypothese auch Anlass zu ganz verfehlten Erklärungsversuchen. Abstand eines so grossen Meisters, wie Haller war, von jeder Erklärung konnte dem, der nicht an die absolute Unmöglichkeit einer solchen glaubte, gerade ein Sporn sein, sie zu erforschen, aber eine Erklärung, die scheinbar rationell wirkliche und vermeintliche Erfahrungsthatsachen zu einem Trugsystem vereinte, dessen eigentliche Fundamente in dem Noli me tangere jenes Mysteriums der Evolution sich unnahbar dem kritischen Blick entzogen, hätte auf fernste Zeiten die Wissenschaft verwirren können. Ein solches Trugsystem war aber das der Linné'schen Prolepsis, dessen evolutionistische Basis meist verkannt worden ist [1]). Hier führte man den ganzen Entwicklungsvorgang der Pflanze, nämlich der kormophytischen, auf das blattbildende Emporschieben der concentrischen Cylinder von Rinde, Bast, Holz und Mark des Stengels zurück, die sich je nach dem stärkeren oder schwächeren Zutritt des Nahrungssaftes in blosse Laub-, oder Laub- und Blüthenblätter verwandelten, und zwar letzteres einfach dadurch, dass die inneren (eigentlich für eine ganze Reihe künftiger Jahrgänge bestimmten) Blattgebilde gerade bei magerer Nahrung (in unvollkommener Form) anticipirt würden. Beweis für das Vorhandensein einer Knospe in jeder Blattachsel war ja bei der Voraussetzung eines jedem scheinbaren Werden vorausgehenden unsichtbaren Seins die unleugbare Fähigkeit jeder Blattachsel, eine Knospe hervorzutreiben; jedes Blatt derselben musste wieder seine Achselknospe haben und so im Sinne der Einschachtelungstheorie weiter. Dem Axiom des unsichtbaren Daseins unzähliger Knospen in den Blattachseln (nicht nur der sichtbaren sondern

---

1) Vergl. Linné, Syst. nat. (edit XII) II, p. 9. Linné, Amoenit. acad. IV, pp. 368 ff und VI, pp. 325, 340 f.

auch der unsichtbaren Blätter) fügte man dann, um zum Zweck zu gelangen, die gewaltsame Behauptung zu, dass unter den bestimmten Ernährungsverhältnissen die Anticipirung von den Knospen der eigentlich der Zukunft vorbehaltenen Jahrgänge nur je ein Blatt zum Vorschein kommen lasse; man musste sich auch bei Pflanzen mit spiraliger oder decussirter Blattstellung zur Erzeugung etwa einer pentameren Alsineenblüthe zuletzt einmal eine Kreisstellung von je 5 Laubblättern denken, die ihre eigentlich nächstjährigen Achselknospen in blosser Blattform und zwar nicht zu Laubblättern sondern zu Deckblättern (Bracteen) geformt verfrüht vorschöben, und hatte nun die Freiheit weiter zu schliessen, dass bei den abnormen Zuständen einer solchen »Prolepsis« aus der Achsel der Bracteen die Laubblattknospen eines zweitfolgenden Jahres als blosse Pseudoknospen in der Form der Kelchblätter hervorwüchsen, die des 3. Jahres als Kronen-, die des 4. als Staub-, die des 5. als Fruchtblätter. So war denn jede Blüthenpflanze ein thatsächlicher Beweis der Evolutionstheorie geworden: beim Schmetterling war es schwerer die Elemente seines Körpers in der Raupe nachzuweisen, da sie den latenten Zustand erst überwanden, wenn die Raupenhaut längst ausgezogen war, — bei den Gewächsen aber konnte sich ja jeder überzeugen, dass der bunte Schmetterling der Blüthe aus seiner grünen Raupenhaut ganz allmählich hervortrat, im Larvenzustand der Vegetation also sicherlich die Pflanze das Imago der Blüthe lange vorher schon geborgen hatte. Durch äussere Umstände allein war es bedingt, ob sich die Stengelinternodien ausdehnten und Jahr für Jahr ihre Knospen in der Totalität der Blattgebilde ans Tageslicht brächten, oder ob jene Prolepsis die Internodien zusammengezogen liess, und nur je ein Blatt aus jeder Knospe, aber bei dieser Verfrühung in der merkwürdigen Umwandelung zu einem Blüthenblatt dem Auge sich zeigte. Man bildete sich wirklich ein, diese »Metamorphose« damit auf ihre Ursachen zurückgeführt zu haben, und man hatte allerdings die beste Ausrede für den Fall des völligen Unterbleibens der Blüthenbildung bei reichlicherer Nahrungszufuhr, — dann schob sich eben nicht simultan der Schmetterling, sondern successiv Raupe auf Raupe Jahr für Jahr hervor; ein Gegenbeweis aber gegen das latente Vorhandensein des einen oder des anderen lag niemals vor.

Zur nämlichen Zeit hatten also die bedeutendsten Forscher auf dem Gebiet der Pflanzen- und Thiernatur die Wissenschaft in bedenklicher Weise gefährdet: Haller hatte ihr mit der Frage nach dem Werden gleichsam den Herzschlag verboten, Linné eine Theorie geschaffen, die mit trügerischem Gaukelspiel eine gewisse Befriedigung des dem Menschen so tief eingeprägten Bedürfnisses, die Ursache der Dinge zu

suchen, dadurch erkaufte, dass sie die gesetzmässigen Grundlagen der botanischen Morphologie und Anatomie in schwankende Bewegung brachte.

Wolff's Gegenbeweis.

Es ist eine merkwürdige Thatsache, dass die grössten Umwälzungen in der Geschichte der menschlichen Geistesentwicklung oft durch blosse Erneuerung altbekannter Sätze herbeigeführt werden, durch Zurückgehen auf eine für irrthümlich gehaltene Wahrheit, die einst naiv hingenommen, dann verdammt worden und nun plötzlich durch den Erweis ihrer Rechtsbeständigkeit sogar eine neue Epoche heraufführt. So tief ist das naiv dogmatische und das kritische Fürwahrhalten verschieden.

Die Alten hatten längst das Leben als wirkliche Veränderung, das Werden als wirkliche Entstehung von etwas Neuem, vorher nicht Dagewesenem begriffen, und doch ist nicht Aristoteles, sondern Wolff der Vater der Entwicklungsgeschichte: Aristoteles behauptete, Wolff bewies das Werden.

Was Kant für die Philosophie, ist Wolff für die Physiologie: der kritische d. h. der allein den Namen verdienende Begründer. Man hat viel vor Kant philosophirt und die Ideen früherer Systeme sind uns von hohem Werthe, aber eben dass sie es noch für uns sind, dass man mit Hume's völlig berechtigtem Zweifel an der Zulässigkeit der Ideenverbindung zwischen Ursache und Wirkung nicht den Schritt unabsehbarster Tragweite that und das Streben nach philosophischer Erkenntniss als Unsinn bei Seite that, — das verdanken wir Kant, der den Beweis von der Möglichkeit, von der Thatsache der menschlichen Erkenntniss im höchsten Sinne des Worts führte. Wir können Wolff's Bedeutung für die Wissenschaft vom organischen Leben nicht genauer bezeichnen, als wenn wir von ihm das Analoge sagen: er begründete die Lehre vom Werden, indem er die Thatsache des Werdens bewies. Man stosse sich nicht an unsre nothwendig bildliche Ausdrucksweise: er begründete die längst vorhanden gewesene Lehre, nicht etwa von neuem, nein ganz im eigentlichen, jede Concurrenz ausschliessenden Sinne. Wohl sollte man meinen, die Frage nach der Wirklichkeit des Objects müsse jeder Untersuchung des Objects vorangehen. Aber das ist einmal nicht der Gang menschlicher Geistesregungen; die dogmatische Periode lässt tausend Fragen, vielleicht auch glücklich erledigen, ehe die logisch erste daran kommt. Dass jedoch die Erledigung der letzteren deshalb nicht eine nutzlose Nachträglichkeit ist, beweist das 17. und 18. Jahrhundert durch seine Theorie von der Prädelineation. Der

Baum des physiologischen Wissens war im Alterthum gleichsam verwildert gewachsen, nach der Winterruhe des Mittelalters hatte er frische junge Triebe bekommen, und doch würde er nur noch kurze Zeit ein wahres, dann nur ein Scheinleben gefristet haben, wenn seine Wurzeln in dem Boden, in den sie sich tiefer und tiefer einsenkten und in dem sie mit Naturnothwendigkeit absterben mussten, nicht neue Quellen zuströmender Nahrung durch Annahme einer neuen Richtung gefunden hätten.

Dass ihnen Wolff diese neue Richtung gab, dass er sie in die Lage brachte nun den Baum so lange ununterbrochen zu nähren, als denkende Menschen auf Erden leben werden, — das ist jetzt auch im Ganzen wohl unbestritten. Und doch waltet über Wolff's Werken seit Alters ein eigenthümlicher, die Berechtigung solchen Lobes nicht recht erleuchtender Unstern. Botaniker haben Wolff, wie schon Schleiden klagte, fast nie gelesen, Zoologen kennen ihn wesentlich als den Entdecker der Darmbildung bei den Wirbelthieren, Dank dem Uebersetzungsverdienst, das sich der jüngere Meckel 1812 um die betreffende akademische Abhandlung Wolff's erworben hat; für jene im Allgemeinen hingestellte Grösse citirt man die berühmte Theoria Generationis, gewöhnlich aber ohne sie zu lesen, während man mit dem eigentlich beweisenden deutschen Werk desselben Titels consequenter verfährt: das liest man weder, noch citirt man es.

Es sei daher hier versucht, in kurzen Zügen die Methode dieser epochemachenden Beweisführung zu charakterisiren, durch die Wolff ähnlich wie Lessing eine viel höhere Bedeutung hat als durch die erzielten Forschungsresultate, obwohl letztere ihm als echtem, nie vom festen Boden der Empirie loslassenden Naturforscher die unentbehrlichen Waffen in die Hand gaben. Eine ins Einzelne gehende Wiedergabe seiner Generationstheorie d. h. Entwicklungslehre des höheren Pflanzen- und Thierorganismus dürfen wir hier um so eher unterlassen, als die heutige Physiologie des Wirbelthierkörpers die wichtigsten hierhin einschlagenden Wolff'schen Entdeckungen in glücklicher Fortbildung in sich trägt, die heutige Botanik zwar in ähnlicher Weise Schleiden's statt Wolff's Entdeckungen fortentwickelt, Wolff's Pflanzenentwicklungsgeschichte aber anderen Orts von uns dargestellt worden ist [1]).

In der Theoria Generationis sehen wir den jugendlichen Forscher in feierlichem Ernst das Werden von Pflanze und Thier mit Wort und Bild darstellen, in festgeschlossener logischer Schlusskette deductiv und

---

1) In der Eingangs erwähnten Schrift über die »Pflanzen-Metamorphose bei Wolff und bei Goethe«

inductiv Satz für Satz begründen, ohne den ruhig objectiven Ton einer sich bloss in den Gegenstand vertiefenden Darstellung durch polemische Ausfälle gegen seine Gegner zu unterbrechen. Man würde aus den Worten der »dissertation profonde«, wie sie der Eloge der Petersburger Akademie nannte, die Existenz der Prädelineationstheorie gar nicht ahnen. In der deutschen »Theorie von der Generation« tritt dagegen Wolff bereits im Bewusstsein des Triumphes nicht nur mit gewandterem Darstellungstalent und wichtigen neuen Entdeckungen an sein Werk von Neuem heran, sondern er geht auch der gegnerischen Theorie, die soeben in Bonnet und Haller mit wünschenswerther Entschiedenheit geredet hatte, muthig zu Leibe.

Er ist bei aller Hochachtung vor der wissenschaftlichen Grösse Haller's aller frommen Verehrung des vermeintlichen Mysteriums unendlich fern, er gibt vielmehr seinem natürlichen Widerwillen gegen die unnatürliche Hypothese herzhaftesten Ausdruck. »Wie sehr, sagt er, ändert sich nicht dadurch der Begriff, den wir von der gegenwärtigen Natur haben, und wie viel verliert er nicht von seiner Schönheit! Bishero war sie eine lebendige Natur, die durch ihre eigene Kräfte unendliche Veränderungen herfürgebracht. Jetzo ist sie ein Werk, welches nur Veränderungen herfürzubringen scheint, in der That aber und dem Wesen nach unverändert so liegen bleibt, wie es gebauet war, ausser, dass es allmählich immer mehr und mehr abgenutzt wird. Zuvor war sie eine Natur, die sich selbst destruirte, und sich selbst von neuem wiederschuf, um dadurch unendliche Veränderungen herfürzubringen, und sich immer wieder auf einer neuen Seite zu zeigen. Jetzo ist sie eine leblose Masse, von der ein Stück nach dem andern herunter fällt, so lange bis der Kram ein Ende hat. Eine solche elende Natur kann ich nicht ausstehn, und die Samenthierchen, in Ihrer Hypothese betrachtet, sind nicht ein Werk des unendlichen Philosophen, sondern sie sind das Werk eines Leuwenhoeck's, eines Glasschleifers.« Das sind die schönen Worte, die er an seinen (beim Druck der Schrift bereits verstorbenen) Freund Gustav Mathias Ludolf richtete, in dessen persönlicher Anrede die geistreichen »zwo Abhandlungen«, die das Büchlein bilden, wie eine Privatunterhaltung (ohne Scheu vor Berolinismen) sich ergehen.

Darauf führt er aus, wie unwahrscheinlich die Hypothese dadurch erscheinen müsse, dass in dem übrigen Naturleben kein einziger physikalischer oder chemischer Process aufzufinden sei, der nur entfernt auf ein erst unsichtbares, dann sichtbares Sein deute; wohl sei zu Wolken, Regen und Schnee der Stoff vorher da, aber der Stoff des Wassers sei so wenig die Wolke, als diese der Regen oder Schnee, den sie er-

zeuge, ja selbst Schwefelsäure — setzt er treffend hinzu — kann wohl zur Production von Schwefel dienen, aber sie enthält ihn doch nicht in dem durch seine bestimmten Merkmale zu charakterisirenden Wesen, folglich gar nicht.

Und nun rückt er, auf die Knospenentfaltung der Gewächse übergehend, der Entwirrung der unklaren Gedankenassociationen schon sehr nahe: freilich, sagt er, existirt hier eine Entfaltung, eine Evolution jüngerer Gebilde aus der bergenden Hülle älterer hervor, aber man darf nie diese »Entwicklung in der Natur« mit der »Entwicklung in der Hypothese« verwechseln; zum Schutz der zarten Neubildungen, die sonst allen Unbilden bloss gestellt wären, dient die Einschachtelung, die bei keinem Thier in solcher Weise sich findet (da hier Eischale oder Uterus schützt), die selbst den Farnen mit ihrer Entrollung (»Entwicklung« im wörtlichsten Sinne!) fehlt, da hier die Schneckenwindung des Wedels nebst der seiner Seitenfiedern den jedesmal jüngsten Theil selbst lange genug beschirmt. Wer darf schliessen, weil aus Knospe oder Samen (vielmehr dem darin befindlichen Keim) jüngere Theile sich erheben, diese ewig vorhanden gewesen seien? Das wäre derselbe halsbrechende Schluss, als wenn Bonnet auf die Knospeneinschlüsse der Hyacinthenzwiebel »jusqu'à quatrième génération« mit den Worten hinweist: da sieht man die Evolution vor Augen.

Als Haller 1760 in den Göttinger Anzeigen Wolff's Dissertation recensirte, fand er ganz richtig heraus, dass der Verfasser im botanischen Theil seiner Arbeit besonderes Gewicht auf den Nachweis lege, die Gefässe seien im jugendlichsten Zustand eines Pflanzentheils »nicht zu klein oder zu durchsichtig, sondern gar nicht vorhanden.« Denn in der That ist diese erste Thatsache, die die Theoria Generationis empirisch feststellt, gleich die entschiedenste Widerlegung des Satzes von Haller: »Nulla est epigenesis.« Der junge Stengel, das junge Blatt, nicht mehr zu klein um selbst in allen seinen Theilen deutlich gesehen zu werden, zeigte nichts als rundliche Zellen unter dem Mikroskop, die nachher vorhandenen Gefässe konnten sich hier unmöglich dem Blick entzogen haben, mussten also durch fortgesetzte Saftströmung nachträglich entstanden sein.

Wolff's schöne Untersuchung der Blattbildung beim Weisskohl, der Blüthenbildung bei der Bohne referirt Haller ohne irgend welchen Einwurf: das ganze Pflanzenleben war auf Vergrösserung und Verzweigung von Stengel und Wurzel, sowie auf Bildung von Laub- und (metamorphosirten) Blüthenblättern zurückgeführt, der Ursprung all dieser Theile in unendlich kleinen Hügel- oder Conusformen genau aufgefasst, auch das Auftreten fernerer Hervorwachsungen wieder aus ihnen, z. B. der Zähne aus dem Blattrand, vortrefflich gezeichnet und beschrieben, —

aber regte sich denn nicht bei Haller der Argwohn, das sei Alles nur ein Hervorschieben in die Sichtbarkeit von lauter Dingen, die vorher im Stengel oder in der Keimanlage unsichtbar vorhanden gewesen, selbst die Gefässe nicht erst nach der rein cellulosen Periode neu gebildet, sondern nur da erst durch Eintreten der Nahrungsflüssigkeit sichtbar geworden, vorher zusammenschliessende Röhren, dünn wie das feinste Haar, dabei völlig durchsichtig und ohne Lumen?

Er gesteht uns diesen Argwohn erst beim Uebergang auf den zoologischen Theil des Werkes. Da heisst es auf den ersten Zeilen: »Bei der Erzeugung der Thiere muss man wohl auf einen Grundsatz merken, der gleich am Anfange steht, und nach welchem dasjenige nicht da ist, was man nicht sieht.« Wie unstatthaft aber dieser Satz sei, werde ein geübter Mikroskopiker zumal von den Gekröseadern des Frosches wissen, die sich selbst bei Anwendung chemischer Reagentien durch Farblosigkeit und Durchsichtigkeit dem Blick des Beobachters entzögen.

Wolff blieb indessen völlig Herr der Situation. Scharfer Logiker, wie er war, gestand er sofort ein, dass, wenn er diesen Satz zum Träger seiner Theorie gemacht hätte, »nicht Salomons Weisheit« ihm helfen würde, sein System kritisch zu rechtfertigen. In völliger Gemüthsruhe legt er selbst die Gründe aus einander, warum jener Satz einen Unsinn enthalte. Ganz anders gestalte sich jedoch die Sache, wenn man daraus den Satz mache, den er wirklich zum Leitstern seiner Untersuchungen gewählt habe: ein Ding von bestimmten sinnlichen Merkmalen ist da nicht vorhanden, wo man diese Merkmale nicht durch die Sinne wahrnimmt. Ganz schalkhaft belegt er diesen echten Naturforschergrundsatz mit den populärsten Nutzanwendungen: »Auf diese Art, sagt er, kann ich zum Exempel sehr leicht beweisen, dass in meinem Geldbeutel kein Friedrichsd'or sey; dass Doris jetzo nicht in meiner Stube sey. Sie sehen leicht, alle diese bestimmten Dinge sind mit gewissen Erscheinungen verbunden, die ihrer Natur nach nicht verborgen bleiben können. Den Friedrichsd'or müsste man im Geldbeutel sehen und fühlen können, wenn er darin wäre; und wenn Doris hier wäre, so würden wieder andere Erscheinungen statt finden.«

So enthüllt er halb scherzend die Waffe, die der Prädelineationschimäre den Todesstoss versetzen musste. Freilich bedurfte es mühsamer Studien auf dem noch so öden Felde der embryonalen Entwicklungsgeschichte, denn nur in den frühen Lebensmomenten konnte er jenen Grundsatz zum Beweis eines früheren Nichtexistirens, eines erst späteren Werdens und somit zum endlich entscheidenden Siege an-

wenden. Es war schwerer die Abwesenheit des Herzens im soeben erst angelegten Embryo des Hühnchens zu entdecken als — Doris' Abwesenheit zu beweisen. Und doch gelang es vortrefflich. Bekanntlich zeichnet sich die embryonale Entwicklung der Wirbelthiere überhaupt durch die so frühe Ausbildung des Herzens aus, und es war deshalb für Wolff, der sich nach der Sitte der Zeit wesentlich auf die Untersuchung dieses Entwicklungstypus beschränkte, ein wahres Meisterstück, Haller's Lehre zu stürzen, dass die ganze »Evolution« eines Thieres darauf beruhe, dass in dem unsichtbar kleinen und durchsichtigen Pünctchen auf der Aussenseite des Dotters das Herz zu pulsiren anfange und dadurch sich alsbald zum Centrum eines schon wohl organisirten Ganzen mache, da es nur gelte die »zusammengefallenen« Häute der längst vorhandenen Gefässe auszudehnen, die dann durch das Roth der einströmenden Blutkörperchen sichtbar würden. Erst während seiner letzten Berliner Jahre machte Wolff die Entdeckung, dass in der allerersten Zeit der Bebrütung des Hühnereis, nicht nur neben der Wirbelsäule mit ihrem Rückenmark kein Herz vorhanden sei, während der Embryo schon stark ernährt werde, sondern dass auch die Zusammenziehung des kaum gebildeten Herzens anfangs eine ganz langsame sei, das Blut aber unabhängig davon seinen Lauf vollführe, längst ehe das Herz »der hüpfende Punct« geworden. Damit war jeder Widerspruch aus dem Felde geschlagen: sein Mikroskop war nicht unfähig gewesen, das Herz zu sehen, sondern im Gegentheil völlig ausreichend das Herz in einem der Hypothese Haller's widersprechenden Zustand zu sehen; dabei tauchte es als zelliges Körperchen auf zu einer Zeit, als noch gar keine Brust vorhanden war, wurde nachweislich erst später in den Brustkasten vor dessen Schliessung hineingezogen, kurz es war nicht ein unsichtbarer Mittelpunct des Embryo, sondern es wurde erst mit der wachsenden Selbständigkeit des werdenden Thieres dessen Centralorgan.

Einen speciellen echt evolutionistischen Einwurf hatte Haller gegen Wolff's Entstehungsgeschichte der netzförmigen Nabelgefässe in der area umbilicalis erhoben. Haller glaubte natürlich an das unsichtbare Dasein auch dieser Netzgefässe, die nur auf das Erwachen des Herzpulses warteten, um durch eingepumpte Säfte in die Erscheinung zu treten. Wolff hingegen hatte genau gesehen, wie in der ursprünglich homogenen körnigen Masse der area Trennungen anfangen, die mehr und mehr zur Verwandlung derselben in lauter ungleiche, drei- oder mehreckige Inseln führen, zwischen denen eine flüssigere Materie eine Art Netz bildet. Die gröber körnige weissliche Masse sah er zuletzt die blossen Zwischenräume eines Systems von Gefässen bilden, die sich

mit deutlichen Wandungen versahen und so schliesslich das Netz der Nabelgefässe formirten. Es war schon eine Entstellung, wenn Haller diese Darstellung insofern billigte, als rede sie von »vorgezeichneten Wegen« in der area; das erinnerte schon zu sehr an Prädelineation, und dazu fügte er noch den Zweifel, ob es zur Evidenz zu bringen sei, dass diese »Wege zwischen dem körnigten Wesen« wirklich ursprünglich ohne Wandung seien. — Da bewährte sich denn Wolff's kritischer Grundsatz in aller nur wünschenswerthen Schärfe: nicht gassenartig waren in der area »Wege« aufgetaucht, sondern es hatten sich blosse Lacunen gebildet, die kein Merkmal mit fertigen Gefässen gemein hatten, folglich auch keine Gefässe in diesem Primitivzustand waren; ihre Communication hatte sich nicht dem Auge entzogen, sondern ihre ursprüngliche Isolirtheit dem Auge ganz klar gezeigt; die Wandungen traten auch nicht in krystallklarer Durchsichtigkeit, sondern in recht augenfälliger opaker Derbheit auf; endlich war wegen der anfänglichen Zusammenhangslosigkeit der Lücken, die sogar nach dem Amnium zu immer kleiner wurden und dicht an demselben die area gar nicht durchbrachen, ein Einfluss etwa vom Herzen her immittirter Säfte zur Ausweitung »vorgezeichneter Wege« vollkommen unmöglich, selbst wenn man ein von Anfang an vorhandenes, nur nicht sichtbares Herz hätte annehmen wollen.

Es kann hier nicht weiter verfolgt werden, wie Wolff in Petersburg diese Untersuchungen so rüstig fortsetzte, dass — kaum ein Jahr nach seinem Abschied von Berlin — gerade jetzt vor hundert Jahren jenes classische Werk über die Bildung des Darmcanals im Hühnchen fertig wurde, von dem Ernst v. Baer urtheilte: »es ist die grösste Meisterarbeit, die wir aus dem Felde der beobachtenden Naturwissenschaften kennen.« Bis auf verhältnissmässig geringe Irrthümer (wie die Wolff nicht geglückte Unterscheidung der »Darmrinne«, seiner fistula intestinalis, von der Höhlung des Darms) hat die ganze Folgezeit nichts daran zu bessern gefunden, wohl aber diente diese Arbeit Wolff's, seitdem Meckel sie zugänglicher gemacht hatte, um wesentliche Irrthümer in der 1806 von Oken (ohne Bekanntschaft mit seinem grossen Vorgänger) nur nach — natürlich weit unvollständigeren — Suiten von Entwicklungsstadien der Säugethierembryonen gegebenen Naturgeschichte der Darmentwicklung zu berichtigen.

Als im 14. Band der Novi Commentarii der Petersburger Akademie der letzte Theil dieser berühmten Abhandlung De Formatione Intestinorum erschien, durfte Wolff mit Befriedigung auf das noch nicht einmal ganz beendete Jahrzehnd hinblicken, das er seit der Vorbereitung zur Doctor-Promotion an Saale und Oder, an Spree und Newa in uner-

mühlicher Arbeit durchlebt hatte. Er sagte nicht mehr als die Wahrheit, wenn er in dem Büchlein von 1764 behauptete, es habe nie in der Welt eine wirkliche Theorie organischer Entwicklung gegeben ausser der von Cartesius und der seinen; von diesen aber wäre die cartesianische ohne irgend zureichende Beobachtungsgrundlage erträumt, nur die seinige wahr.

Er verhehlt sich nirgends die Schwächen seiner Leistungen, die er vielmehr gegenüber der unendlichen Natur auf dem noch so ganz unbetretenen Boden der Entwicklungsgeschichte stets als der Besserung bedürftig anerkennt. Aber der Würfel war gefallen: die Theorie von der lebendigen, schaffenden Natur hatte die Aftertheorie von der nur in lebendiges Gewand verkleideten, geschaffenen Natur besiegt, — dem Berner Schreckenswort »Nulla est epigenesis« war glücklich Paroli geboten mit dem Berliner Jubelruf »Est epigenesis!«

Wolff's Materialismus.

Nachdem die lebenden Wesen als unter unsern Augen entstehende erkannt worden waren, erhob sich ganz von selbst die Frage nach den Ursachen solcher Entstehung. Haller hatte das Recht, sein Mysterium des unsichtbaren Seins von dem Mysterium des Schöpfungsactes adamitischer Urzeit abzuleiten; Wolff's Epigenesis rückte dagegen das Wunderspiel tausendfältiger Neubildungen aus dem Dunkel der Urzeit ins Licht der Gegenwart, und da galt es nun der Schöpfung mit allen Hülfsmitteln rationeller Wissenschaft auf den Grund zu kommen.

Hatte Wolff das Werden der Organismen in mühsamen Untersuchungen und mit logischer Schärfe zur zweifellosen Gewissheit erhoben, so fügte er diesem Verdienst ein zweites hinzu: er brach die Bahn für die einzig mögliche naturwissenschaftliche Erklärung des Lebens, nämlich für die mechanische oder materialistische, die auf dem felsenfesten Satz beruht, dass die organische Welt als ein Theil der Welt überhaupt an einem gewissen Quantum von Materie participirt, ihre (Lebens-) Erscheinungen daher nicht anders als aus der Materie und deren unveräusserlicher Kraftsumme erklärt werden können.

Dieses zweite Hauptverdienst Wolff's hat man deshalb bisher nicht zu würdigen gewusst, weil seine »wesentliche Kraft« (Vis essentialis), die er gleich in den ersten Paragraphen der Dissertation aufführt, ohne nähere Charakteristik nicht viel zu bedeuten schien, und das beinahe letzte Werk Wolff's, das diese »wesentliche Kraft« zum alleinigen Gegenstand nahm, so gut wie völlig unbekannt geblieben ist.

Auf seinen Antrieb hatte die Petersburger Akademie eine Preis-

aufgabe gestellt »über die eigenthümliche und wesentliche Kraft der vegetabilischen sowohl als der animalischen Substanz.« Aus Frankreich und Deutschland waren Lösungen von sehr verschiedenem Werth eingegangen, und als 1789 die kaiserliche Akademie die besten davon in Druck gab, fügte Wolff eine an Klarheit und Gedankenreichthum alle jene Beantwortungsversuche weit überflügelnde Abhandlung über dasselbe Thema in deutscher Sprache zu[1]. In schonender Kritik wandte er sich hauptsächlich an die beste Lösung, welche die Preisaufgabe von Blumenbach erfahren hatte. Dieser hatte darin jene Ansicht entwickelt, die dann in Deutschland so viele Anhänger erwarb: Grundkraft jedes Organismus sei der Bildungstrieb.

Wolff legte nun mit seiner seit dreissig Jahren so oft geübten klaren Gedankeneinfalt dar, dass 1) dieser Satz in folgerechter Anwendung sich augenblicklich selbst widerlege, denn jede Kraft müsse sich in ihren Wirkungen gleich bleiben, mithin müssten alle Organismen einander gleich sein und auch aus völlig gleichartigen Theilen bestehen; 2) aber mit der von Blumenbach angewendeten Clausel, dass »die besonderen Umstände«, unter denen diese Kraft wirke, die Verschiedenartigkeit ihrer Wirkungen erkläre, der Satz einfach zurückgenommen sei, denn in diesem Fall seien dann offenbar »die besonderen Umstände« das Wirkende, die Bildungskraft nur das Bedingte, folglich keine »Grundkraft.«

Dann folgte der positive Theil der Abhandlung: Begründung seiner eigenen Ansicht von der Causalität des Lebensprocesses. Hier drang er mit einer Art Vorahnung von der Bedeutung unsrer heutigen Cellularpathologie für die Enthüllung biologischer Räthsel tief in die morphologische und functionelle Natur der Drüsengewebe ein, betonte die wunderbare und doch gewiss so natürliche Verschiedenheit in der Stoffaneignung und Stoffabsonderung der verschiedenen Organe eines und desselben Körpers, überall seine früheren Beobachtungen anziehend und neu gemachte Erfahrungen dazufügend. Was aber die Resultate dieser Erörterungen angeht, so dürfen wir sie hier in folgende einfache Schlussreihe mit Citirung der Seitenzahlen der genannten Abhandlung zusammenfassen.

Das organische Leben steht unter der Herrschaft der allgemein und ausnahmslos gültigen Naturgesetze, wie wir sie auch in der anorganischen Welt thätig finden (40, 71, 74). Wollen wir die Ursache oder

[1] Gedruckt 1789 in 4° zu Petersburg; gewöhnlich mit den übrigen Abhandlungen zusammengebunden und so oft durch den Titelaufdruck »Blumenbach und Born« auf den Gesammtband, also durch reines Buchbinderversehen versteckt.

die wirkende Kraft ermitteln, welche die Erscheinung des Lebens hervorruft, so müssen wir hier wie anderwärts die Wirkung genau untersuchen, denn anders als in einer Wirkung ist es unmöglich eine Kraft zu erkennen (7). Nun ist der Lebensprocess ein ewiges Anziehen und Abstossen von Stofftheilchen, die jedem Theile jedes organischen Körpers zukommt (34). Das ist jedoch nicht die allgemeine Attractionserscheinung in der einfachen Weise, wie sie auch der Stoff ausserhalb der Organismen zeigt, weil wir sonst eine beliebige Wiesenpflanze, etwa den Wiesenbocksbart (Tragopogon pratensis) in irgend einem Stoff nur genau nachzubilden brauchten, um uns als Schöpfer eines sich ernährenden und sich fortpflanzenden Wesens zu fühlen; daraus folgt, dass die organische Anziehungskraft eine den Organismen eigenthümliche »E r n ä h r u n g s k r a f t« (= Vis essentialis) ist (39). In ihr besteht das W e s e n des Organismus, sie wohnt jedem Theilchen desselben mit der Doppeläusserung der Anziehung für diesen, der Abstossung für jenen Stoff inne, wie ja auch im Magneten und im geriebenen Bernstein jedes Pünctchen zugleich anziehend und abstossend wirkt (69). Das eine hat die wesentlich organische Nutrition mit dem Wachsthum eines Krystalls gemein, dass nur g e w i s s e Stoffarten angezogen, andre abgestossen werden (52); darin aber liegt das Unterscheidende, dass der Krystall nur äusserlich neuen Stoff ansetzt, der Organismus den assimilirbaren Stoff innerlich aufnimmt (60). Mit diesem Vorgang können wir von Naturerscheinungen ausserhalb des Organismus nur die c h e m i s c h e n vergleichen, bei denen sich auch eine vollständige Durchdringung mit dem aufnehmbar befundenen Stoff zu einem ganz neuen Körper zeigt, z. B. wenn ein festes Metall durch Verbindung mit Quecksilber ein Amalgam bildet (64). Die allein zur Zeit nicht sicher erklärbare Seite dieser Nutrition (deren morphologischer Wirkung in der Generationstheorie genau nachgegangen war) besteht in der bei verschiedenen Species so verschiedenen Stoffwahl, die man mit den Seelenzuständen von Neigung und Abneigung vergleichen möchte, aber trotzdem keineswegs mit der Eigenthümlichkeit der thierischen Seele vermengen darf, wie Stahl gethan hatte (70). Fest steht nur soviel, dass die dem organischen Körper a u s s c h l i e s s l i c h zukommende Art der Stoffaneignung und Stofforganisirung von einer wesentlichen Eigenthümlichkeit herrühren muss, welche der organische vor dem anorganischen Stoff voraus hat: sei das eine besondere nur in Pflanzen oder Thieren vorkommende Substanz oder eine besondere Art der Mischung, falls nämlich lebende und leblose Körper aus denselben Stoffen beständen (94).

Welche Klarheit unbefangener Naturanschauung und unbestechlicher Folgerichtigkeit liegt in diesen Sätzen! Fügen wir die erst uns mög-

liche Entscheidung der letztgenannten Alternation hinzu, dass es nämlich die Complicirtheit der auch im Felsbau der Erde weit und breit vorkommenden, nur hier ganz einfachen Kohlenstoffverbindungen ist, welche den unterscheidenden Charakter der organischen und anorganischen Natur bedingt, so haben wir in der That die festen Lineamente der mechanischen Biologie unserer und sicherlich aller Zeiten vor uns: Stoffbewegung nach den ewigen Gesetzen der Physik und Chemie bewirkt das Kreisen des Stoffs ebenso in dem leicht verfolgbaren Wege durch Luft, Wasser und Erde wie in geheimnissvollerer Weise durch den lebendigen Körper, dessen Geburt, Leben und Tod nicht deshalb abnorme Thatsachen sind, weil sie das Normale im wundervollen Complex darbieten. Wolff sagte genau das von der Blumenbach'schen »Bildungskraft«, was Humboldt von der modernen »Lebenskraft«: ihre Annahme ist nur ein Beweis, dass der, welcher sie macht, in der persönlichen Unfähigkeit, das Leben auf seine Ursachen zurückzuführen d. h. den räthselvollen Complex der bunt in einander greifenden Ursachen naturgesetzlich zu zerlegen, — sich mit einem grossen, gleich Alles mit einander auf die billigste Weise erklärenden Wort hilft. Denn eben, wo Begriffe fehlen, da stellt ein Wort zu rechter Zeit sich ein!

Wenn aber Humboldt diesen wenig ruhmvollen, aber dem Schwächlichen stets einladend dünkenden Fluchtversuch aus dem Labyrinth der biologischen Causalität nur als Parallele anführte zu der Neigung, die so oft mit seinem Bruder das Zwiegespräch tief bewegt hatte, dass nämlich der Mensch angesichts der unendlichen Bedingtheit des geschichtlichen Lebens auch nur des kleinsten Staates, des kürzesten Zeitraums vom Schwindel erfasst würde, wenn er nun gar die unabsehbaren Fernen der ganzen Weltgeschichte zu ergründen unternähme, dass er dann stets dem uralten »dumpfen Gefühle« verfalle und die Kritik in das gefühlstiefe Meer des Glaubenssatzes versenke: »Gott regiert die Welt; die Geschichtsaufgabe ist das Aufspüren dieser ewigen geheimnissvollen Rathschlüsse« — so dürfen wir zum Schluss jenes Streben nach Anrufung der Gottheit auf dem Felde der Wissenschaft in noch näherer Beziehung zu der Hypothese von der Lebenskraft sowie zu unserem C. Fr. Wolff betrachten.

Als Wolff, dem Greisenalter nahe, am Vorabend der grossen Ereignisse, die von Paris aus die neue Zeit heraufbeschworen, seine Ideen über das Leben zum letzten Mal zu jenen allgemeineren Resultaten sammelte, schwieg er von jeder dem Ernst der Wissenschaft nicht ziemenden Vertheidigung seines Materialismus gegen Einwendungen, die von fremden Gebieten aus dawider erhoben werden konnten. Aber als Jüngling hatte er dem weit älteren Haller gegenüber einen schweren

Stand gehabt. Zwar hatte einerseits WOLFF nur an einer einzigen Stelle der Dissertation einmal das Wort fallen lassen, es läge ihm daran zu beweisen, dass man zur Erklärung der Generation die göttliche Allmacht nicht ins Spiel zu ziehen nöthig habe, und andrerseits redete HALLER stets ohne jede Gereiztheit in vollster Achtung von den Forschungsresultaten des jungen Berliner Physiologen in seinen Werken. Indessen eben weil sich WOLFF in dem Privatverkehr seiner Correspondenz mit HALLER so aufrichtig bescheiden, so offen für jede Zurechtweisung zeigte, benutzte dieser seine väterliche Stellung, wie es scheint, zu mancher nachdrücklichen Vorstellung, zumal wegen der Gefährdung, die er in der ganzen Theorie der Epigenesis für den religiösen Glauben mit Recht erkannte.

Schon wegen des liebenswürdig kindlichen Tones und der echt wissenschaftlichen Selbstlosigkeit, die sich in WOLFF's Briefen an HALLER ausspricht, sei es daher gestattet an diesem Ort einige Stellen derselben übersetzt mitzutheilen, die auf die so still vor sich gegangene und doch so tiefe Umwandelung der Ideen ein eigenthümliches Licht wirft[1].

Zunächst waren bei den Uebersendungen des lateinischen wie des deutschen Werks über die epigenetische Generation kürzere Begleitschreiben erfolgt, dann hatte WOLFF 1765 nach empfangenem Tadel über zu unschonende Behandlung seiner wissenschaftlichen Gegner (vermuthlich BONNET's!) seinem Mentor von seinen weiteren Untersuchungen über die Hühnchenentwickelung geschrieben und zugleich seiner Sehnsucht nach dem »festlichen Tag« Ausdruck verliehen, der für ihn kommen werde, wenn er nun im 8. Theile der Elementa Physiologiae die »universa generationis theoria« zu lesen beginne.

Der Tag kam. Der 8. Theil war erschienen, vermuthlich von HALLER selbst ihm zugeschickt: er brachte neben ehrenvoller Erwähnung der WOLFF'schen Arbeiten das »Nulla est epigenesis!« — In einem Schreiben dd. Berlin, den 6. Oct. 1766 sprach WOLFF seinen Dank aus, dass HALLER in seinem grossen Werke, seinem kleinen, seinen »Versuchen« einen Platz vergönnt habe, dazu aber fügte er einen wahrhaft rührenden Herzenserguss, den man lesen muss, um in WOLFF den ehrlichen deutschen Gelehrten zu erkennen. »Dank« heisst es da »dass Du mir wohl willst, dass Du mich liebst, erhabener Mann, obwohl Du mich niemals gesehen und nur aus Briefen mich und meine Gemüthsart kennst. Das möge Dir Gott lohnen, denn ich kann nicht hoffen, in diesem Leben solche Bedeutung zu erlangen, dass ich Dir eine Deiner Güte würdige Erkenntlichkeit erweisen könnte, wenn Du nicht die unauslöschliche

---

1) Epistolae ad Hallerum IV, p. 268 ff. V, p. 210 ff. p. 220 ff. p. 291 ff. p. 317 ff.

Verehrung Deines Geistes dafür nehmen willst. — Und was unsere Streitsache betrifft, so denke ich also. Mir nicht mehr als Dir, herrlicher Mann, liegt die Wahrheit am Herzen. Sei es, dass organische Körper aus dem unsichtbaren in den sichtbaren Zustand sich erheben, sei es, dass sie aus Luft sich hervorbringen: es gibt keinen Grund, weshalb ich dies mehr als jenes wünschen, oder jenes vielmehr wollen, dieses nicht wollen sollte. Und ebendies ist ja auch Deine Meinung, herrlicher Mann. Einzig der Wahrheit forschen wir beide nach; das, was wahr ist, suchen wir. Warum also sollte ich gegen Dich streiten? Warum sollte ich Dir widerstreben, da Du mit mir nach demselben Ziele strebst? Deiner Obhut vielmehr vertraue ich voll Zuversicht meine Epigenesis an, sie zu vertheidigen und auszubauen, wenn sie wahr ist; ist sie aber falsch, so soll sie auch mir ein verhasstes Ungeheuer sein. Ich werde die Evolution bewundern, wenn sie wahr ist, und werde den anbetungswürdigen Urheber der Natur mit demüthigster Andacht verehren als eine den menschlichen Einsichten unerklärbare Gottheit; ist sie aber falsch, so wirst Du sie, auch wenn ich schweige, ohne Zögern verwerfen.«

Aber Haller liess die Evolution nicht fallen und mahnte vielmehr von einer ganz anderen Seite her den jüngeren Forscher ernstlich von weiteren Angriffen auf diese Lehre aus Nützlichkeitsgründen ab. Es war kurz vor seinem Abgange nach Petersburg, als Wolff am 17. April 1767 folgende höchst bezeichnende Antwort auf die erhaltene Warnung an Haller schrieb: er sei von der Wahrheit der Gründe, die Haller jetzt für die »Hypothese von der Evolution« vorgebracht habe [1], so durchdrungen, dass er in der That nicht wisse, was er in Zukunft für seinen Lebenszweck, die Geheimnisse des organischen Lebens zu ergründen, thun solle. Er habe früher nicht so eingesehen wie jetzt, dass es sich bei der Bedeutung der Evolutionslehre für die Religion nicht sowohl um den Beweis der Wahrheit der Religion handle, als vielmehr darum, dass jener Beweis (durch die Thatsache der Ur-Erschaffung und wunderbaren Evolvirung) »leicht, kurz und einleuchtend« sei, dabei auch geschützt genug gegen laienhafte Bestreitung. Er begreife, dass, zwar nicht für die wahrhaft religiösen Wahrheiten, aber für solche populäre Demonstrationen die Aufrichtung seiner Epigenesis verhäng-

---

1) Diese Gründe scheinen nach Wolff's Antwort zu schliessen, dem schönen Ausspruch Haller's wenig entsprochen zu haben, wie er in den Worten liegt: »Laeti meminimus, experimenta ad verum ducere, verum ad Deum viam aperire.« (Op. min III, p. 190). So schloss er einst (1752) seine Beurtheilung der Buffon'schen Theorie über die Weltentstehung, die man des Atheismus angeklagt hatte.

nissvoll sei. »Freilich« setzt er hinzu »ist gegen die Existenz eines gottlichen Wesens noch nichts geschehen, wenn auch die organischen Körper durch Naturkräfte und unter natürlichen Ursachen sich darbilden, denn diese Kräfte und Ursachen selbst, ja die Natur selbst verlangen ebenso einen Urheber als die organischen Körper: aber dennoch würde der Beweis weit in die Augen fallender und kräftiger sein, wenn wir in der Betrachtung der Naturbedingungen fänden, dass die einzelnen Naturproducte oder die organischen Körper einen Schöpfer nöthig hätten, und nichts Organisches durch natürliche Ursachen hervorgebracht werden könne.«

Wir denken an das Dogma der einen oder vielen Erschaffungen der Pflanzen- und Thierarten, an Darwin, an die anglicanische Kirche und manchen ähnlichen Verdammungsruf diesseit des Canals! Denn das sind Zwillingsschwestern die Theorie der Epigenesis und die der Descendenz. Die Wahrheit dieser wird wie die jener siegen, oder vielmehr sie hat schon gesiegt!

Beiträge zur Kenntniss der Spongien I.

von

N. Miklucho-Maclay.

Mit Tafel IV. und V.

I. Ueber Guancha blanca, einen neuen Kalkschwamm.

Die reiche Schwammfauna der canarischen Inseln, welche ich im vorigen Winter (1866/67) zu untersuchen Gelegenheit hatte, bietet auch in der Abtheilung der Kalkspongien einige Mannigfaltigkeit. An den mit Algen und Schwämmen bedeckten zerklüfteten Lavamassen, die den niedrigen Strand des Hafens del Arrecife (Lanzarote) bilden, fanden sich einige Kalkschwämme von verschiedener Grösse und Gestalt, die gruppenweise an den Lavablöcken sassen. Es waren besonders zwei Formen, die meine Aufmerksamkeit in Anspruch nahmen. Die in Fig. 1. auf Taf. IV. abgebildete Gruppe wird eine bessere Idee vom Aussehen derselben geben, als jede Beschreibung. Der Schwamm A (Taf. IV. Fig. 1.) besteht aus einem 1½—2½ Mm. langen, ¼ Mm. breiten spindelförmigen Körper, der auf einem ziemlich langen Stiel aufsitzt. Der Körper des Schwammes ist schlaff und biegsam, so dass bei der leisesten Bewegung des Wassers er sich bald auf die eine, bald auf die andere Seite legt. Am oberen Ende findet sich die Mundöffnung[1], die keinen mit blossem Auge sichtbaren Spiculakranz besitzt, die Oberfläche erscheint glatt und von glänzend weisser Färbung. Neben solchen Einzelnen fanden sich auch mehrere dieser Körper, die auf einem gemeinschaftlichen Stiel aufsassen (Fig. 1. B.)

In der Gesellschaft dieser, bald isolirt sich erhebenden, bald einem gemeinsamen Stiele entspringenden Schwammkörper, die als zusammen-

---

1) Ich gebrauche den Ausdruck »Mundöffnung« statt Auswurfsoffnung der Autoren, aus Gründen, auf welche ich später zurückkommen werde.

gehörig leicht zu erkennen waren, traf sich noch eine andere Form von mehr fremdartiger Beschaffenheit. Dieselbe (Fig. 1. C.) war grösser (3—4 Mm. Länge, $1\frac{1}{2}$—$2\frac{1}{2}$ Mm. Breite) und ihrer Gestalt nach von den erstern sehr verschieden. Sie sass ebenfalls auf einem $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Mm. dicken Stiele (*s*), bildete aber einen ganz ansehnlichen kugeligen oder birnförmigen Körper, der von zahlreichen Lücken (*l*) durchbrochen war. Am obern Ende fand sich ebenfalls eine Mundöffnung (*m*). Obwohl die erste der beschriebenen Formen am besten zu der von Oscar Schmidt aufgestellten Gattung Ute passt, so will ich diesen Schwamm aus manchen Gründen, welche ich später mittheilen werde, mit einem nicht gebrauchten Namen belegen: ich nenne diesen Schwamm Guancha blanca. —

Die mikroskopische Untersuchung der Form A Fig. 1. ergab, dass man durch die Mundöffnung in eine geräumige mit Flimmerepithel ausgekleidete Höhle gelangt. Dieser einfache Sack ist die verdauende Cavität des Schwammes. Die Wandungen bestehen aus einem innern Epithel, das auf einer zelligen Grundlage aufsitzt. Zwischen dieser und der dünnen structurlosen Hülle finden sich regelmässig vertheilte dreistrahlige Spicula. Die verdauende Cavität setzt sich, wie es scheint, nicht in den Stiel fort.

Die Hohlräume der Form C Fig. 1. verhalten sich wesentlich anders. Durch die Mundöffnung gelangt man nicht wie bei der vorbeschriebenen Form (A) in eine einfache blind geendigte Höhle, sondern in einen Hohlraum, in welchen zahlreiche Canäle einmünden. Was die Wandungen dieser Form betrifft, so bestehen sie aus denselben Zellen, derselben Hülle und denselben Spicula wie bei der vorhin beschriebenen Form A. Die äussere Gestalt und das Verhalten der Hohlräume hätten jeden Systematiker bestimmt, die zwei Formen als verschiedene Arten, ja sogar Gattungen zu beschreiben; dennoch verhält es sich mit denselben anders. Je mehr ich Exemplare untersuchte, um so grösser erschienen die individuellen Verschiedenheiten der beiden Formen. Besonders viele Abweichungen zeigten die Individuen der Form C. Kein einziges war dem andern gleich; in einem waren die Lücken zahlreicher und kleiner, bei andern langgestreckt und an Zahl geringer; auch die äussere Gestalt wechselte, sie war bald mehr spindelförmig bald oval, ja sogar becherförmig. Alle diese Abweichungen liessen es wünschenswerth erscheinen, eine möglichst grosse Anzahl von Individuen zu Gesicht zu bekommen. Schon im Laufe der nächsten Tage fand ich eine Anzahl Schwammindividuen, die sich zu einer Reihe schöner Uebergangsformen ordnen liessen. Eine genauere Betrachtung der Fig. 1. und 2. wird dieses Verhalten viel besser als Worte demonstriren.

Auf Fig. 1 habe ich die Hauptformen der Guancha, auf Fig. 2 die Uebergangsformen dargestellt.

In der Natur liess sich die Uebergangsreihe viel vollständiger erkennen, aber alle diese Individuen einzeln abzubilden, wäre zu weitläufig und es scheint mir, dass die beigelegten Zeichnungen vollkommen ausreichen. —

Die Form C ist nicht die letzte in dieser Reihe. Man findet, obwohl nicht so oft, wie die andern, aber in der Nähe derselben kleine Polster, dünne Ueberzüge von ungleicher Grösse (6—9 Mm. Länge und 2 bis 4 Mm. Dicke) und Gestalt. Diese Schwammform besitzt aber dieselben Lücken, wie jene von C und geht in der That aus der letztgenannten Form hervor. Sehr viele dieser liegenden Formen besitzen Stiele, von welchen sie ursprünglich getragen wurden. (F, D Fig. 1 und 2). Man muss sich demnach vorstellen, dass anfänglich frei emporragende Formen sich senken, und unter polsterartiger Ausbreitung ihre anfängliche Form verlieren. Für die einzelnen Stadien dieses Vorganges sind Belege unschwer aufzufinden.

Diese Reihe von Uebergängen, selbst wenn sie auch nicht so vollständig wäre, wie sie in der That ist, und die übereinstimmende mikroskopische Structur, führen mich zu dem Schluss, dass alle diese Formen blos Zustände eines und desselben Schwammes sind und dass die Form A für die ursprüngliche gelten kann, aus welcher die andern entstanden sind. Fragt man, wie alle diese Formen aus der einen entstanden sind? so ist die Antwort: durch Verwachsung oder Concrescenz[1]). Diese Verwachsung oder Verschmelzung ist ein bei Schwämmen bereits bekannter Process, welchen ein Autor treffend in folgenden Worten dargestellt hat: »Kommen sie (die Schwämme) bei weiterer Ausdehnung mit einander in Berührung, so schwindet ihre Grenzhaut, die Nadeln des Schwammes kreuzen sich, die innern Canäle treten mit einander in Verbindung, man kann ihn jetzt nur noch gewaltsam zerreissen.«

Dasselbe kann man auch von der Guancha sagen. Da die Guancha, wie früher erwähnt, fast immer gruppenweise vorkommt, sehr oft sogar mehrere Individuen auf einem gemeinschaftlichen Stiel (Form B) so kann es leicht sich treffen, dass die einzelnen Individuen mit einander in Berührung kommen, sich aneinander legen, wobei die Wandungen verschmelzen. Es entstehen dadurch zugleich Verbindungen der Hohlräume: erst später vereinigen sich die Mundöffnungen zu einer gemein-

1) E. HAECKEL, Gen. Morph. II. p. 147 hat das Vorkommen dieses Vorganges im Thierreiche zusammengestellt.

schaftlichen. Man kann häufig solche im Verschmelzen begriffene Schwämme finden. Fig. 2, 2 zeigt ein Stadium dieses Processes deutlich, die verdauenden Cavitäten sind zum Theil vereinigt, die Mundöffnungen noch getrennt. Schema 3 Fig. 3 zeigt einen Längsdurchschnitt desselben Schwammes. Bezüglich der verzweigten Form B Fig. 1. scheinen grössere Complicationen zu bestehen. Wahrscheinlich entsteht sie nur theilweise durch Verwachsen einzelner Individuen, theilweise auch durch Knospenbildung. Für das letztere spricht das öftere Fehlen einer differenzirten Mundöffnung, welches bei einzeln stehenden Individuen nur in sehr jungem Zustande vorkommt. Die an der verästelten Form vorkommenden mundlosen Individuen werden daher gleichfalls als frühe Zustände angesehen werden müssen. An der complicirteren Form C findet man zuweilen zwei, sogar mehrere Mundöffnungen (4 Fig. 2), die sich später zu einer einzigen Oeffnung verbinden, und diese stellt dann das häufigere an dieser Form sich treffende Verhalten dar. Die Lücken sind Andeutungen der früheren Trennung. Die verdauenden Cavitäten der Form A bilden sich in der Form C zu Canälen, die alle in einen gemeinschaftlichen Sinus ausmünden. Dieses Verhalten sieht man in Fig. 12. Taf. V. sehr deutlich. Es ist ein horizontaler Schnitt durch das obere Drittheil der Guancha, Form C, *d* ist der gemeinschaftliche Sinus, in welchen die Canäle *e* ausmünden; *a* ist die Mundöffnung.

Diese Form C geht bei bedeutendem Wachsthum in die Form D über. Der Stiel wird zu schwach, um den immermehr an Masse zunehmenden Körper zu tragen, die Form C senkt sich zu Boden und wächst weiter, indem sie als Polster die darunterliegenden Körper bedeckt. Der Stiel bleibt als rudimentäre Bildung zurück und deutet auf den Zusammenhang mit den andern Formen. Jede dieser Formen (A, B, C, D) kann aber selbstständig fortexistiren; es sind keine nothwendig zu durchlaufenden Stadien, es ist keine Entwickelung der einen Form aus der andern; es sind blos Z u s t ä n d e e i n e s S c h w a m m e s; aber dennoch erfordert jede nachfolgende Form das Vorhandensein einer vorhergehenden.

Die verschiedenen Formen erscheinen auch in verschiedener Anzahl. Die einfache Form A ist die häufigste, seltener ist schon die Form B, noch seltener C und von der liegenden Form D habe ich im Ganzen nur 3 oder 4 Exemplare gefunden. Auch diese Zahlenverhältnisse sprechen für das vorhin Gesagte.

Um das Verhalten der Hohlräume bei den verschiedenen Formen anschaulich zu machen, habe ich in Fig. 3 schematische Quer- und Längsdurchschnitte zusammengestellt, an welchen man die allmählichen Uebergänge sehen kann.

In Fig. 3. sind 1. und 4. Durchschnitte durch die Form A. Die verdauende Cavität ist ein einfacher Sack ohne Canäle und Flimmerkammern. 3 und 5 (Fig. 3.) bilden einen Uebergang zu der complicirten Form C, deren schematische Durchschnitte 2, 6 und 7 darstellen. S ist der gemeinschaftliche Sinus, in welchen die Canäle einmünden. Ob die innere Wandung aller dieser verschiedenen Hohlraumformen mit Flimmerpithel ausgekleidet ist, kann ich nicht behaupten, doch halte ich es für wahrscheinlich. Sicher habe ich dasselbe blos bei Form A gesehen.

Feinerer Bau.

Die einfachen Formen der Guancha Fig. 1. 2. A sind schöne mikroskopische Objecte, da sie sehr durchsichtig sind. Ein Zusatz von wenig Glycerin reicht aus, um die ganze Structur zu erkennen. Schon bei den schwächsten Vergrösserungen unterscheidet man die sackförmige Höhle, die ich als verdauende Cavität erwähnt habe. Sie ist von einer dünnen Wandung umgeben, welche äusserlich viele Unebenheiten besitzt, indem die Schenkel der Spicula überall hervorragen. Diese sind daselbst von einer äusserst dünnen homogenen Hülle (Cuticula) überzogen (Fig. 10. 6 b). Diese dünne, die ganze Guancha äusserlich umkleidende Hülle, setzt sich ohne deutliche Grenze nach innen fort. Bei Behandlung mit Säuren tritt sie deutlicher hervor, ist aber durchaus kein Kunstproduct, da sie schon bei ganz frischen, blos mit Wasser behandelten Exemplaren deutlich ist. Sie ist sehr dem undifferenzirten kernlosen Protoplasma, das man so oft bei andern Schwämmen beobachtet, ähnlich und scheint von der darunterliegenden Zellenschicht ausgeschieden zu sein. Darunter finden sich sehr regelmässig geordnete Spicula, die frei zwischen den Zellen liegen. Um den Mund herum zeigen die Spicula eine bestimmte Anordnung, so dass sie einen zierlichen Kranz bilden (Fig. 11. a). Dieser Kranz zeigt sich bei allen Formen der Guancha ähnlich. Die Kalkspicula sind sämmtlich dreischenklig, aber von sehr verschiedener Grösse, der eine Schenkel ist länger als die zwei andern; der durch je zwei Schenkel gebildete Winkel beträgt 120°. Die Spicula sind nicht hohl, wie man beim Glühen oder Auflösen in schwachen Säuern leicht sehen kann. Beim Glühen bekommt man oft ein Bild, welches man einer verkohlten organischen Grundlage zuschreiben möchte. Aber da ich diese Grundlage beim allmählichen Auflösen in verdünnter Essigsäure niemals bekommen habe, so konnte ersteres wohl eine optische Täuschung sein. Die Spicula bilden bei Guancha ein zierliches Netzwerk, dessen Anordnung, wie vorhin erwähnt, sehr regelmässig und constant ist. Der längere Schenkel ist

gewöhnlich nach unten gerichtet; (Fig. 6.) die Anordnung ist bei allen Formen der Guancha dieselbe. Wie die Spicula in der Guancha entstehen, weiss ich nicht. Die verdauende Cavität ist mit Flimmerepithel ausgekleidet, wie man das bei gewissen Umständen sehr gut sehen kann. Wenn die verdauende Cavität, wie wir später sehen werden, mit Embryonen angefüllt ist, so kann sie eine beträchtliche Ausdehnung erleiden, die Wandungen werden noch dünner, und man kann das innere Epithel beim Vorübergleiten der bewimperten Embryonen deutlich unterscheiden. Genügend dünne Durchschnitte an der zarten frischen Guancha sind mir nie gelungen, so dass ich die Epithelschicht nie im Zusammenhange beobachtet habe; ich sah an diesen Durchschnitten blos die äussere Hülle, durchschnittene Spicula zwischen der innern Zellenschicht, und einzelne abgelöste Zellen, die wahrscheinlich von der Epithelschicht abstammten. In den Wandungen der Guancha findet sich durchaus nichts den von Lieberkühn bei Spongillen nachgewiesenen Wimperapparaten Analoges. Etwas, den sogenannten Einströmungsöffnungen Aehnliches habe ich nur bei ein paar Exemplaren gesehen: es waren sehr enge Canäle, die die äussere Hülle durchbrachen und sich in der mittleren Zellenschicht verloren, bis in die verdauende Cavität liessen sich dieselben nicht verfolgen. Bei sehr vielen andern speciell darauf untersuchten lebenden Schwämmen liess sich gar nichts derartiges auffinden.

Durch Behandlung mit schwachen Säuren kann man sämmtliche Spicula entfernen, dann bekommt man ein weiches durch Behandlung mit Carmin sich intensiv roth färbendes sackförmiges Gebilde, an welchem man die zellige Structur leicht erkennen kann. Durch Entfernung der Spicula wird die äussere Form der Guancha gar nicht verändert.

Ein ganz analoges Bild bekommt man bei Entfernung des Parenchyms des Schwammes mittels Glühen; man erhält schön angeordnete Spicula, die auch die Form des Schwammes vollkommen darstellen. Was ich hier über die mikroskopische Structur gesagt, gilt für alle Formen.

Fortpflanzung.

Beim Untersuchen einiger Individuen fand ich die ganze verdauende Cavität mit einer zelligen Masse angefüllt (Taf. IV. Fig. 4. *e*). Um diesen Inhalt deutlicher zu sehen, entfernte ich durch Essigsäure die Spicula und fand diese Masse aus Zellencomplexen (Keimkörper der Autoren) bestehend, die durch äusserst schwache Conturen getrennt waren (Fig. 5.). Einzelne Individuen derselben Gruppe waren unver-

ändert und noch andere zeigten dieselben Complexe mit einer deutlichen Hülle umgeben. Weitere Untersuchungen ergaben, dass diese zelligen Conglomerate kleiner werden und sich verdichten, so dass sie später nur einen Theil der verdauenden Cavität einnehmen. Die inneren Parthien dieser Körper färben sich braun und es differenzirt sich an ihnen eine helle ziemlich dicke äussere Schichte. Man kann diese Gebilde nach Ablauf dieser Differenzirung als Embryonen bezeichnen. Bald darauf bekommen sie lange Wimpern, vermöge deren sie in der verdauenden Cavität umherschwimmen (Fig. 4 e). Diese bewimperten Embryonen treten durch den Mund aus und verlassen so das Mutterthier. Die freigewordenen Embryonen (Schwärmsporen der Autoren) sind oval (Fig. 12), besitzen einen dunkelbraunen Inhalt und eine helle Corticalschicht und über dieser noch eine zarte Hülle.

Ueber die feinere Structur dieser hellen Schicht weiss ich nicht viel zu sagen. Die angewandten Vergrösserungen (450) reichen nicht aus, um ihre Beschaffenheit zu erkennen. Sie schien mir aus sehr grossen Zellen zu bestehen, doch will ich das nicht behaupten. Bei leichten Druckversuchen mit dem Deckgläschen zerreisst die äussere Hülle sowie die helle Corticalschicht und der braune, aus Zellen bestehende Inhalt tritt aus: in diesen ausgetretenen Zellen habe ich nie etwas einem Spiculum Aehnliches gefunden. An den folgenden Tagen fand ich mehrere der Embryonen am Glase ansitzend, während andere noch herumschwärmten. Einige der festhaftenden hatten schon einen Theil ihres Wimperkleides verloren und ihre äussere Gestalt war verändert. Diese Embryonen gingen aber im Laufe der folgenden Tage zu Grunde und da die Beobachtung in die letzte Zeit unseres Aufenthaltes in Arrecife fiel, so musste ich die Anstellung neuer Züchtungsversuche aufgeben und darauf verzichten die ganze Entwickelung vom Embryo bis zur erwachsenen Guancha zu verfolgen. Aber schon lange vor dieser Beobachtung fand ich ganz junge Exemplare derselben Guancha; sie besassen noch keine differenzirte Mundöffnung, die auch hier, wie bei den übrigen Schwämmen erst später entsteht, so dass, obwohl mir gewiss einige Zwischenstadien fehlen, ich doch, auf die positiven Beobachtungen gestützt, ein ideales Bild der vollständigen Entwicklungsreihe construiren kann.

Fig. 13 auf Taf. IV. stellt diese Entwicklungsreihe vor.

Von einem befruchtenden Elemente, Samenfäden, habe ich nichts gesehen.

Gemmulabildung bei Guancha und andern Seeschwämmen.

Eine andere, ebenfalls interessante Fortpflanzungsart, die ich bei Guancha beobachtete, ist die sogenannte Gemmulabildung, die auch bei anderen Seeschwämmen verbreitet ist; auf Algen, Pfählen, Steinen am Strande fand ich zuweilen kleine weissliche Kügelchen, die ich für Gemmulae ansah, ohne zu wissen, dass sie der Guancha angehörten. Endlich half mir ein glücklicher Zufall. Eines Tages erbeutete ich eine Guanchagruppe, deren Formen mir auffielen. Ich hielt diese Schwämme in einem Gläschen isolirt; und fand am nächsten Tage noch keine wesentliche Veränderung. An den folgenden Tagen fehlte mir die Zeit jene Schwämme von neuem zu untersuchen, so dass ich nur einigemal das Wasser wechselte. Am fünften Tage fand ich zu meinem grossen Erstaunen die Gruppe ganz verändert. An einzelnen Stellen der Schwammindividuen boten sich Anschwellungen dar (Fig. 6 g), die an anderen scharf abgegrenzt waren, und eine Umwandlung in Gemmulae wahrnehmen liessen. Die eine derselben löste sich schon in ein paar Stunden ab. Sie glich vollständig den vorhin erwähnten (Fig. 7), die mir bezüglich ihrer Abstammung anfänglich unbekannt waren.

Die dünne Wandung umschloss eine aus Zellen bestehende Substanz und einzelne Spicula des Mutterschwammes.

Um vollkommen sicher zu sein, nahm ich eine andere Guanchagruppe (Fig. 8), deren Individuen voll Embryonen waren und unterwarf sie demselben Versuche. In wenigen Tagen erhielt ich neue Gemmulae (Fig. 9), die Individuen mit den Embryonen waren rückgebildet. Die Gemmulae der Guancha entwickeln sich, indem einzelne Stellen des Körpers anschwellen. Die Wand derselben wird an diesen Stellen dünner, durchsichtiger, die Anschwellung nimmt allmählich an Grösse zu und die Schwammzellen und Spicula des Schwammes gehen in diese sich bildende Gemmula über, die sich allmählich abschnürt. Die äussere Hülle der Guancha wird zur Gemmulahülle, der Inhalt des Schwammes zum Gemmula-Inhalt. Aus einem Schwammindividuum geht bald eine Gemmula, bald gehen deren zwei hervor.

Ich behielt die abgelösten Gemmulae bis zu meiner Abreise aus Arrecife, zwei Wochen ungefähr, wechselte sorgfältig das Wasser, ohne jedoch eine Weiterentwickelung der Gemmulae erzielen zu können.

Das Schicksal dieser Gemmulae ist wahrscheinlich dasselbe wie das der Gemmulae anderer Schwämme; sie treiben sich umher, bis sie günstige Gelegenheit und Jahreszeit finden. (Dabei muss erwähnt werden, dass meine Beobachtungen in den Monat Februar fielen). — Schon

früher fand ich am Fuss vieler einzeln stehender Guancha Fetzen eines Häutchens und Spicula, die der Guancha anzugehören schienen (Fig. 16.). Die Bedeutung dieses Häutchens wurde mir aber erst dann klar, als ich diese Thatsache mit dem Vorhergehenden in Zusammenhang brachte. Ich untersuchte darauf sehr viele Exemplare, bei einigen fand ich gar nichts derartiges, bei andern gleiche Fetzen, zwei oder drei aber besassen vollständige Häute, die am untern Ende des Stieles sassen und viel umfänglicher waren, als die darauf sich erhebende Guancha. Die Vergleichung dieser Häute mit der structurlosen Gemmulahülle erwies beider Identität. Diese Beobachtungen habe ich mehrfach wiederholen können. So fand ich ganz einzeln vorkommende Guancha auf Algen an einer Uferstelle bei Puerto Naos (Lanzarote), wo ich nach langem Suchen keine andere Guancha zu Gesicht bekam. Sie besassen die beschriebenen Membranreste, offenbar waren sie als Gemmulae dahin gerathen. Die Gemmulae sind beim Süsswasserschwamm von Lieberkühn und andern Naturforschern beobachtet und genauer untersucht worden. Es war zu vermuthen, dass das Vorkommen dieser Bildungen nicht blos auf Spongilla beschränkt sei, aber soviel ich weiss, sind Gemmulae bei Seeschwämmen noch nicht constatirt worden. Da ich fast bei allen auf Lanzarote vorkommenden Schwämmen Gemmulae gefunden habe, so benutze ich diese Gelegenheit, um sowohl die grössere Verbreitung dieses Fortpflanzungsmodus nachzuweisen, als auch einiges über die Verschiedenheit in ihrem Vorkommen mitzutheilen. Die Gemmulae fanden sich bei Kalk-, Kiesel- und Hornschwämmen. Man trifft dieselben bald im Parenchym des alten Schwammes (Fig. 18), bald frei vom Wasser getrieben oder an fremde Gegenstände befestigt. Die Gemmulae entstehen bei Hornschwämmen im Innern des Schwammkörpers, indem sich an einzelnen Stellen Anhäufungen von Zellen bilden. Diese umgeben sich mit einer Hülle und bleiben in diesem Zustande, bis mechanische Einwirkung des Wassers die sie umschliessenden, allmählich absterbenden Theile des Mutterschwammes entfernt und sie auf diese Weise befreit. Die Gemmulae der Hornschwämme zeigen einen Zusammenhang mit dem Gerüste, indem Verästelungen desselben in die Gemmula hineinragen (Fig. 18a). So sieht man beim Absterben des Schwammes oft grössere Massen des Gerüstes mit den daran sitzenden Gemmulae. Dieser Zusammenhang persistirt aber nicht lange; das Horngerüst wird durch das strömende Wasser zerbröckelt und die einzelnen Gemmulae werden frei. Vom alten Gerüst bleiben noch flockenartige Reste als Anhänge (Fig. 19a) an der Gemmula übrig, womit sich diese sehr leicht an Holzstückchen anhängen und mit denselben weite Wanderungen machen können. Die Gemmulae dieser Schwämme sind helle oder dunkelbraune

Kugeln von verschiedener Grösse (1—2 Mm.), diese ist sogar am selben Schwamme sehr wechselnd. Die Hülle ist dünn, stark lichtbrechend, in Kali nur beim Kochen löslich und bietet auch der Einwirkung von Säuren viel Widerstand dar.

Dieses Verhalten scheint aber je nach dem Alter der Gemmula verschieden zu sein; Hüllen älterer Gemmulae sind am schwersten löslich. Somit bietet diese Membran ähnliche Veränderungen wie Chitinmembranen dar. Von Kiesel- oder Kalkeinlagerungen in der Hülle, etwas dem Amphidisken Aehnlichem habe ich keine Spur gefunden. Ein Porus fand sich nur bei einem Kalkschwamm, Nardoa canariensis mihi [1]), wo der Inhalt beim Aufdrücken mit dem Deckgläschen nur an einer bestimmten Stelle hervortrat. Bei allen andern zerriss auch beim leisesten Aufdrücken die ganze Hülle.

Es besteht durchaus kein wesentlicher Unterschied zwischen dem Inhalte der Gemmula und dem Parenchym desselben Schwammes, es sind dieselben Zellen, dieselben Spicula. In der Gemmula eines Hornschwammes habe ich ziemlich grosse concrementartige Bildungen getroffen, die in Säure sich nicht lösten, nur bei Behandlung mit Kali eine deutliche concentrische Schichtung zeigten. Ob sie dem Schwamm angehören oder fremde Bildungen sind, habe ich nicht ermitteln können.

Vorkommen der Guancha und Stellung im Systeme.

Die Zeit meiner Untersuchungen fiel in den Februar. Der Fundort der Guancha blanca waren die Riffe am Fort vor dem Puerto del Arrecife auf der Insel Lanzarote. An andern Stellen habe ich sie zwar gesucht, aber nicht gefunden, mit Ausnahme zweier vereinzelter Guancha in Puerto Naos.

---

1) Es fanden sich bei Arrecife ausser den beschriebenen noch drei Kalkschwämme, deren kurze Beschreibung ich hier anreihen will. Diese Schwämme bilden ein mit Lücken durchbrochenes Polster, besitzen eine oder mehrere Mundöffnungen, die in einen Complex von Canälen führen; sämmtliche Spicula sind dreistrahlig, die Schwämme zeigen einen übereinstimmenden Bau und unterscheiden sich von einander nur durch ihre Farbe, die bei den einzelnen sehr constant ist. Der eine Schwamm ist weiss, der andere mennigroth, der dritte schwefelgelb. Die Farben, die am lebenden Schwamm sehr schön sind, verschwinden in Spiritus. Die Schwämme färben sich braun und sind in diesem Zustande kaum zu unterscheiden, sowie auch die Spicula nur sehr wenig von einander verschieden sind. Diese drei Schwämme passen am besten in die von O. Schmidt aufgestellte Gattung Nardoa und ich nenne sie nach Fundort und Farbe N. canariensis, N. rubra und N. sulphurea. Gemmulae habe ich bei den zwei letzteren nicht gefunden.

Auf meiner Rückreise nach Europa habe ich mehrfach die Strandsäume der nordafrikanischen Küste (bei Mogador und Massagan) untersucht und fand ziemlich viele Schwämme, zum Theil solche die auf den canarischen Inseln meines Wissens nicht vorkommen; die Guancha fehlte jedoch hier. Auch mein Suchen am Strande der Bai von Algesiras bei Gibraltar war fruchtlos. In Arrecife aber ist die Guancha durchaus keine Seltenheit. Sie sitzt gruppenweise, die verschiedenen Formen beisammen, an Steinen, die gewöhnlich bei Ebbe trocken gelegt werden.

Das ist ungefähr Alles, was ich über die schöne Guancha blanca zu sagen habe. Ich weiss wohl, dass meine Beobachtungen Vieles zu wünschen übrig lassen, aber diese Untersuchungen fallen in die letzten Tage des Aufenthaltes auf den canarischen Inseln, so dass ich Vieles nicht berücksichtigen konnte.

Bevor ich zur systematischen Stellung der Guancha blanca übergehe, will ich über die jetzt bestehende Classification der Kalkschwämme einige Worte sagen.

Der Gattungsname Grantia ist für sämmtliche Kalkschwämme von Flemming 1828 aufgestellt. Lieberkühn trennte davon Sycon; er belegte mit diesem Namen alle cylindrischen mehr oder weniger regelmässigen Kalkschwämme, im Gegensatz zu den formlosen und mit Lücken durchbrochenen, für die er den Namen Grantia beibehielt.

Bowerbank theilte dann die Syconen in den eigentlichen Sycon und in die Dunstervillia; O. Schmidt stellte die Gattungen Ute und Nardoa auf:

Nach O. Schmidt zerfallen die Kalkschwämme in folgende Gattungen:

1. Gattung Sycon Lbk. Körper spindelförmig, eine grosse Centralhöhle enthaltend. Um die Ausströmungsöffnung ein Kranz grosser Nadeln.
2. Gattung Dunstervillia Lbk. Den Syconen ganz ähnlich, Oberfläche getäfelt.
3. Gattung Ute Sdt. Schlaffe Wandungen, geräumige Centralhöhle ohne Nadelkranz.
4. Gattung Grantia Lbk. Körper unregelmässig, verästelt, Zahl der Ausströmungsöffnungen unbestimmt, Nadelkranz fehlt, Wandungen solid.
5. Gattung Nardoa Sdl. Körper unregelmässig, Wandungen sind zart, die Canäle münden in eine Centralhöhle [1].

Meine Guancha besitzt Formen, die nach den Autoren für verschiedene Gattungen gelten können, da sie zugleich Ute (Form A) und

1) Osc. Schmidt, Sp. d. Adriat. Meeres S. 13—19.

Nardoa ist (Form D), und noch eine Form C. besitzt, die vielleicht auch, einzeln gefunden und untersucht, als Gattung aufgestellt werden könnte. Dieses Verhalten war der Grund, weshalb ich für den untersuchten Schwamm einen nicht gebrauchten Namen wählte. Ich überlasse einem mehr in Systematik Bewanderten, die Guancha zu classificiren, glaube aber dass solches ohne Aenderung der bei der Systematik der Spongien angewandten Principien nicht geschehen könne. Statt dessen wende ich mich jetzt noch zu einigen allgemeineren zoologischen Betrachtungen über die Natur der Schwämme.

II. Ueber den coelenterischen Apparat der Schwämme.

Der für wesentlich geltende anatomische Charakter der Schwämme, dass das Wasser durch besondere verschliessbare mikroskopische Oeffnungen aufgenommen, dann in den Canälen des Schwammes durch die sogenannten Wimperorgane hindurch getrieben wird und wieder durch besondere Ausströmungsöffnungen (Schornsteine) den Schwamm verlässt, ist durchaus nicht so allgemein, wie man bis jetzt anzunehmen pflegte. Es waren die Untersuchungen von Grant und Lieberkühn, die den Grund zu dieser Anschauung legten, die auch mit verschiedenen, aber nicht wesentlichen Modificationen von Bowerbank, O. Schmidt und anderen Spongiologen angenommen ist. Der dieser Mittheilung gegebene Raum erlaubt mir nicht, auf alle diese Verschiedenheiten einzugehen. Ich will blos bemerken, dass einige Umstände gegen diese so verbreitete Anschauung sprechen. Während meines Aufenthaltes auf den canarischen Inseln hatte ich Gelegenheit, ziemlich viele Seeschwämme zu sehen und lebend zu beobachten. Dabei ist es mir gelungen, bei vielen der Schwämme zu sehen, dass durch die Ausströmungsöffnungen Wasser nicht nur ausströmt, sondern auch einströmt. Das Ausströmen des Wassers ist an den Schwämmen weit leichter zu beobachten, als das Einströmen. Der hauptsächliche Grund liegt in den Umständen, unter welchen die Beobachtung angestellt wird. Denn es ist sehr schwierig, Momente (Licht, Wellenbewegung des Wassers etc.) zu beseitigen, die als Reize auf den Schwamm wirken, auf welche derselbe reagirt, indem er sich zusammenzieht und das Wasser ausströmen lässt. Bei längerer Beobachtung gelingt es unzweifelhaft, auch das Einströmen zu beobachten. Es wäre demnach die Schornsteinöffnung, nicht blos Ausströmungs-, sondern auch Einströmungsöffnung.

Damit will ich durchaus nicht sagen, dass andere Forscher wie Grant, Lieberkühn etc. falsch beobachtet haben; alles was dieselben

gesehen haben, habe ich auch an den von mir beobachteten Schwämmen gefunden. Vielleicht liegt es nur an den untersuchten Objecten, dass es mir gelang mehr zu sehen, als die obengenannten Naturforscher. Es ist auch möglich, dass die Behauptung, dass die Schwammöffnungen zu verschiedenen Functionen differenzirt seien, bei manchen Schwämmen ganz berechtigt ist. Aber diese Theorie der Circulation des Wassers wäre für andere Spongien vollkommen unhaltbar. Bei meiner Guancha z. B. finden sich weder Einströmungsöffnungen noch Wimperapparate. Die ganze Höhlung besteht aus einem sackförmigen Gebilde, in welches Wasser durch die Mundöffnung sowohl aufgenommen als ausgestossen wird, ganz nach Art des Verdauungsapparats bei Coelenteraten.

Viel natürlicher erscheint es mir, die Hohlraumverhältnisse der Schwämme von einem allgemeineren Standpuncte zu betrachten und zu beurtheilen. Wenn wir die allmähliche Entwickelung der Ernährungsorgane in der Thierreihe verfolgen, so finden wir eine Reihe von Differenzirungen. Bei vielen Thieren geschieht die Nahrungsaufnahme durch die ganze Körperoberfläche (Gregarinen, Cestoden). Diese Form der Ernährung (Endosmose) findet sich auch im Pflanzenreiche. Die Aufnahme fester Stoffe in den Körper findet also nicht sogleich durch eine Mundöffnung, die in die verdauende Höhle führt, statt, sondern gleichsam als Uebergang hierzu ist in einer Abtheilung von Thieren (den Rhizopoden) der gesammte Körper zur Nahrungsaufnahme dienend, indem jede Stelle der Oberfläche als Mund, jede Stelle des Innern als Magen zu fungiren im Stande ist. Auf einer höheren Bildungsstufe treffen wir dann den Verdauungsapparat durch eine im Körper befindliche Cavität vorgestellt, die durch eine Mundöffnung nach aussen führt (Coelenteraten, viele Würmer). Bei den Schwämmen finden wir Verhältnisse, die als Uebergänge zwischen den Einrichtungen der Rhizopoden und denen der viel höher stehenden Coelenteraten angesehen werden können. Es bestehen nämlich bei einigen Schwämmen mehrere Oeffnungen, die zur Nahrungsaufnahme dienen können, die sich aber von den Einrichtungen der Rhizopoden unterscheiden, indem sie eine constantere Bildung repräsentiren (Localisirung der Function). Bei andern Schwämmen bemerkt man schon eine Centralisation, indem sich eine oder mehrere Oeffnungen besonders ausbilden. Diese Differenzirung geht weiter, bis sie endlich zur Bildung einer grossen Mundöffnung führt, die zugleich auch After ist und die in eine weite einfache oder complicirte verdauende Cavität führt (bei unserm Kalkschwamm, bei Hydra u. a.). Diese Einrichtungen schliessen sich unmittelbar an die höhere Bildungsstufe des Verdauungsapparats der Coelenteraten.

Auf das Vorhergehende mich stützend, betrachte ich den cölente-

rischen Apparat der Schwämme als eine zwar noch indifferentere, aber mit dem Gastrovascularapparat der Coelenteraten homologe Bildung, die bei den letzteren nur weiter differenzirt ist.

Die weitere Differenzirung der verdauenden Cavität bei den Coelenteraten führt zum Auftreten von Antimeren, die aber, wie ich später mittheilen werde, auch manchen Schwämmen zukommen.

Ausser der Mundöffnung communicirt der coelenterische Apparat mancher Schwämme durch Canäle unmittelbar nach Aussen, bei einigen, wie bei der Guancha und andern, fehlen sie. Diese Bildung wird allmählich ganz rudimentär, verliert damit ihre Bedeutung, findet sich aber noch bei einigen Coelenteraten, wo sie später ganz verschwindet, indem eine völlig abgeschlossene Leibeshöhle besteht. Diese Auffassung des coelenterischen Apparats der Schwämme scheint mir die Erscheinungen jener Einrichtung auf die ungezwungenste Weise zu erklären. Sie verbindet zugleich einfachere Zustände mit complicirteren, und führt von dem bei ersteren herrschenden wechselvollen Verhalten zu dem scheinbar einen abgeschlossenen Typus repräsentirenden Verhalten der Coelenteraten hin.

Wie aus dem von mir Vorgebrachten ersehen werden kann, bietet die Structur der Schwämme viel mehr Mannigfaltigkeit, als man bisher annehmen mochte.

Man hatte irrthümlicherweise Vorstellungen, die aus den blos bei einigen Arten constatirten Thatsachen gewonnen waren, auf die ganze Abtheilung übertragen.

Ich selbst habe zwar zu wenig Schwämme untersucht, um über alle bei den Spongien bestehenden Verhältnisse der Structur und der Lebenserscheinungen ein Urtheil abgeben zu können, allein ich darf glauben, dass das von der Guancha mitgetheilte das Ungenügende der bisherigen Auffassung der Spongien darthut. Namentlich liegt in der Bildung des coelenterischen Apparates und seiner Entstehungsweise bei den complicirteren Formen ein jene Auffassung umgestaltendes Moment. Wenn ich hienach auch die übrigen Spongien beurtheilen möchte, so thue ich dies jedoch nur hypothetisch. Diese Hypothese erscheint mir aber gerechtfertigt, da sie einmal auf Thatsachen sich stützt, und dann ganze Reihen sonst unerklärlicher Formerscheinungen in Zusammenhang bringt.

III. Ueber die Stockbildung der Schwämme.

Die Guancha blanca ist für die Frage der Stockbildung nicht nur bei den Schwämmen, sondern auch im Allgemeinen von Interesse. Wir

haben gesehen, wie aus mehreren discreten Schwammindividuen (Personen) schliesslich sich ein Stock bilden kann. Die Entstehung des Stockes geschieht durch Verwachsen. Dieser Process ist besonders als Moment für Entstehung der Stöcke von Interesse. Bis jetzt nahm man an, dass die Cormen oder Stöcke entstehen durch »unvollständige Spaltung der Personen und zwar ist diese Spaltung allermeistens Knospenbildung, viel seltener Theilung.«[1])

Guancha blanca ist ein Beispiel von Stockbildung durch Verwachsung oder Concrescenz. Diese beiden Arten von Stockbildung sind wesentlich verschieden: während bei der ersten Form (Spaltung der Personen) die einzelnen Individuen fünfter Ordnung nach HAECKEL sich nicht vollständig entwickeln, und einseitig differenziren, so verschmelzen bei der zweiten Form die früher vollständig getrennten und ausgebildeten Personen zu einem Stocke. Im letzten Falle gehen die einzelnen Individuen eine wirkliche Rückbildung ein, während bei Stockbildung durch Spaltung, wo die Individuen ihre vollständige Entwickelung nicht erreichen, von einer wahren Rückbildung nicht die Rede sein kann.

Die Stockbildung stimmt mit der Individualitätstheorie der Schwämme von OSC. SCHMIDT nicht ganz überein. Diesem Autor zufolge kommt einem jeden Schwammindividuum eine Ausströmungsöffnung (Mund) zu, und mithin hätte ein Stock soviel Ausströmungsöffnungen, wie die Zahl der Individuen betrüge, aus denen er besteht. Stöcke der Guancha (Fig. 1. 2. C.), die aus vielen Individuen bestehen, besitzen gewöhnlich eine Mundöffnung, selten zwei oder drei. So Vieles auch die Theorie SCHMIDT's für sich hat, so ist doch die Individualitätsfrage bei den Schwämmen dadurch nicht vollständig erledigt und erwartet erst durch Ausdehnung der Untersuchungen eine befriedigendere Lösung.

IV. Ueber die Stellung der Schwämme in der Thierreihe.

Es erscheint vielleicht nicht überflüssig, hieran noch einige Worte über die Stellung der Schwämme zu den übrigen Thierformen zu knüpfen. Die Schwämme unterlagen einem grossen Wechsel im Bezug auf die Classification; so rechnete sie LINNÉ zu den Thieren, BLUMENBACH, OKEN, BURMEISTER u. A. zu den Pflanzen, LIEBERKÜHN aber erkannte wieder ihre thierische Natur.

Die Schwämme als Thiere aufgefasst, wurden bald zu den Protozoen,

1) HAECKEL, Generelle Morphologie: Ontogenie d. Stocke II, 145 ff.

bald zu den Coelenteraten gerechnet; von HUXLEY, CARTER, PERTY u. A. wurden sie für Rhizopoden erklärt, HAECKEL betont auch ihre nahe Beziehung zu den Rhizopoden. LEUCKART endlich stellte die Schwämme zu den Coelenteraten und unterschied sie als Poriferen von den übrigen.

Ich werde auf alle diese verschiedenen Auffassungen nicht specieller eingehen und will blos die Schlüsse, zu denen mich meine Untersuchungen geführt haben, mittheilen. Wenn auch R. LEUCKART die nahe Verwandtschaft, die jene Thiere mit den Coelenteraten verbindet, erkannt hat, so hat er doch meines Wissens unterlassen genügende Beweise für seine Auffassung beizubringen. Es war wesentlich nur das Canalsystem, welches er mit dem Gastrovascularsystem der Coelenteraten verglich. Ein complicirtes Canalsystem fehlt aber vielen Coelenteraten und eine einfache verdauende Cavität kommt ebenso in anderen Abtheilungen vor. Sehr viele Momente jedoch, sowohl anatomische als Lebenserscheinungen deuten auf diese Verwandtschaft. Die allmähliche Differenzirung der verdauenden Cavität, das Auftreten der Antimeren [1]), die embryonalen Zustände und Entwickelungsformen [2]), die verschiedenen Vermehrungsarten (Auftreten geschlechtlicher neben der ungeschlechtlichen Fortpflanzung), ja sogar das Absterben [3]), besonders aber die Differenzirungsreihe des coelenterischen Apparates und die Betrachtung fossiler Formen (Petrospongien) haben mich zu der Ansicht geführt, dass die Schwämme und Coelenteraten Abkömmlinge derselben Grundform sind, und dass die Aehnlichkeit der beiden Gruppen nicht blos Analogie ist, sondern auf einer tiefern Verwandtschaft, auf Homologie, beruhet. Die viel geringere histologische Differenzirung (obwohl in letzter Zeit auch bei Schwämmen contractiles faseriges Gewebe (Muskeln?) von O. SCHMIDT und KÖLLIKER nachgewiesen ist [4]), die verbreitete Verschmelzungsfähigkeit (die aber auch bei Coelenteraten vor-

1) Um sich zu überzeugen, dass Antimeren bei den Spongien auftreten, betrachte man blos die Mundöffnungen von Axinella polypoides in dem Werke von O. SCHMIDT (Spongien des Adriat. Meeres, Taf. VI. Fig. 4) oder mache einen Querschnitt durch einen Sycon. Nicht minder bieten die fossilen Formen zahlreiche Beispiele dieses Auftretens, Coeloptychium lobatum, Siphonia costata und manche andere.

2) Alles was man über Entwickelung der Anthozoen kennt, stimmt vollkommen mit dieser Ansicht überein.

3) Das Wachsthum vieler Schwämme geschieht, wie ich beobachtet habe, durch Entwickelung immer neuer Schichten auf den untern abgestorbenen, ganz ähnlich wie bei Korallenstöcken.

4) Interessant ist, dass diese contractilen Fasern bei Schwämmen besonders deutlich um die Mundöffnung gelagert sind, analog dem Verhalten vieler Coelenteraten (Alcyonium, Veretillum etc.).

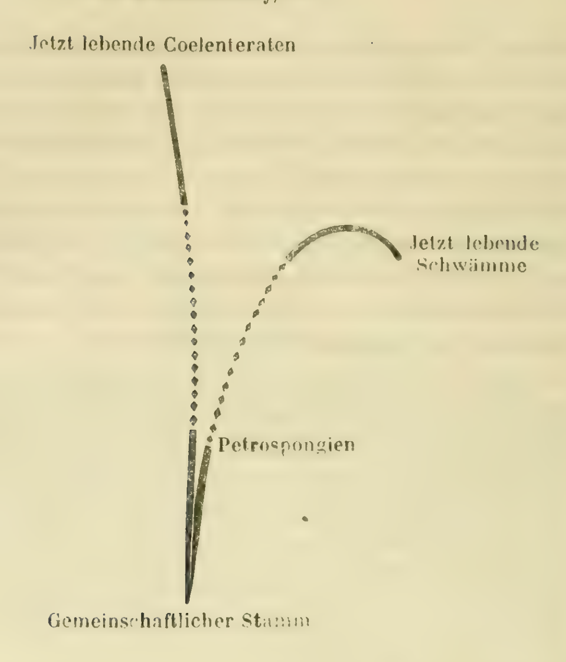
kommt [1]), die nicht so deutlich ausgesprochene Individualität, besonders aber der niedere Differenzirungsgrad der Gewebe (Fehlen der Nesselkapseln) sind Momente, wodurch die Coelenteraten über die Spongien sich erheben. Trotz alledem wenn man das pro und contra genügend berücksichtiget, kommt man zu der Ansicht, dass die Schwämme nur als indifferentere Zustände der Coelenteraten, oder umgekehrt, die Coelenteraten als differenzirtere Schwämme betrachtet werden können [2]) und ich bin überzeugt, dass diese Verwandtschaft um so klarer hervortreten wird, je weiter wir in der Erkenntniss der Organisation der Spongien fortschreiten [3]).

Meine Ansicht über die Verwandtschaft der jetzt lebenden Schwämme mit den Coelenteraten lässt sich in dem folgenden Satze zusammenfassen: Die jetzt lebenden Schwämme und Coelenteraten sind aus gemeinschaftlichen Grundformen entstanden, wobei aber die ersteren eine viel niedere Differenzirung eingegangen sind und zum Theil sich rückgebildet haben. Die Petrospongien stehen viel näher der Grundform und bilden den Uebergang zu den jetzt lebenden oder Autospongien.

1) Haeckel, Gen. Morph. I. p. 147. Lacaze Duthiers in seiner Hist. du Corail p. 94 citirt auch ein schönes Beispiel des Verwachsens bei Anthozoen.

2) Um nicht missverstanden zu werden, und um die Verwandtschaft der Schwämme zu den Coelenteraten näher zu erläutern, muss ich bemerken, dass die Anthozoën es sind, die sich zunächst den Schwämmen anschliessen. Der Gastrovascular-Apparat, der bei den Korallen höher differenzirt ist, besitzt aber durchaus an sich Nichts so Charakteristisches, dass dadurch eine Trennung desselben von dem bei den Schwämmen vorkommenden Hohlraumsystem berechtigt wäre. Auch die Entwickelung der Anthozoen bestätigt diese nahen Beziehungen. Die Korallen entwickeln sich aus bewimperten Embryonen, die, nachdem sie sich festgesetzt haben, mit einer einfachen Magenhöhle versehen sind. Erst später differenzirt sich die einfache verdauende Cavität durch Entwickelung der Septa etc. in das Gastrovascularsystem. Die jungen Anthozoen besitzen keine Tentakeln, die erst nach der Differenzirung der Antimeren hervorknospen. Bei anderen, so Antipathes, bleiben sie stets rudimentär und bilden nur niedrige die Mundöffnung umstehende Tubercula. — Eine ganz analoge Reihenfolge in der Entwickelung findet sich bei der Bildung der Korallenstöcke durch Knospen. (S. Lacaze Duthiers Le Corail 11. 95 und 153—201 etc.

3) Ich hoffe nächstens neue Beweise zu Gunsten dieser Auffassung mittheilen zu können.



Das Wort »rückgebildet« ist noch zu erläutern. Wenn man die jetzt lebenden Schwämme mit den fossilen vergleicht, so findet man eine gewisse Verschiedenheit, die sogar so bedeutend ist, dass von manchen Autoren (Haeckel)[1]) die Petrospongien von den Autospongien getrennt worden sind. Aber einige Thatsachen, die mir im vorigen Jahre bei Durchmusterung der reichen Collection fossiler Schwämme des Berliner Museums, und später der Museen zu Kopenhagen, Stockholm und Petersburg aufgefallen waren, können eine andere Meinung begründen. Es fand sich nämlich: Eine vollkommene Uebereinstimmung vieler fossilen Schwammformen mit den jetzt lebenden Spongien, die mir gegen die Trennung der Autospongien von den Petrospongien Bedenken erregte. Es giebt fossile Schwämme, welche der vorhin beschriebenen Form C der Guancha sehr ähnlich sind, z. B. Siphonia piriformis. Nach einem Durchschnitt von Siphonia praemorsa zu urtheilen, gelangt man durch die Mundöffnung, die hier einen radial zerklüfteten Rand besitzt, in einen Si us, in den Canäle einzumünden scheinen, man bekommt ein, dem Fig. 3. 2. gegebenen Schema sehr ähnliches Bild. Ein Paar solcher Durchschnitte finden sich im Berliner Museum.

Jedenfalls geht aus den hier angeführten und einigen anderen That-

[1]) Gen. Morph. II. p. XXX.

sachen so viel hervor, dass die Kenntniss und Vergleichung der bisher sehr vernachlässigten fossilen Schwämme (Petrospongien) für das Verständniss der lebenden Schwämme (Autospongien) und ihrer nahen Verwandtschaftsbeziehungen zu den Coelenteraten von hoher Wichtigkeit ist. Wenn einerseits die Spongien sich durch ihre mannigfachen Beziehungen zu den Rhizopoden (z. B. die Skeletbildung, die niedere Stufe der histologischen Ausbildung) den Protisten anschliessen, so sind dieselben doch andererseits nicht von den Coelenteraten scharf zu trennen. Die Stellung der Spongien im Systeme dürfte am besten dadurch ausgedrückt werden, dass man sie nach LEUCKART als die niederste Stufe der Coelenteraten betrachtet, da ausser der histologischen Differenzirung alle charakteristischen Merkmale der beiden Thiergruppen gemeinschaftliche sind.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. IV.

Fig. 1 Hauptformen der Guancha blanca MCL., sehr vergrössert.
- A. Die einfache Form.
- B. C. D. Durch Verwachsung und Knospenbildung entstandene Formen desselben Schwammes.
  - *m.* Mundöffnung.
  - *l.* Lücken.
  - *k.* Neue durch Knospenbildung entstandene Individuen.
  - *s.* Stiel.

Fig. 2 Reihe von Uebergangsformen, sehr vergrössert.
- 1. Form B.
- 2. Exemplar, an welchem man den Verwachsungsprocess deutlich sehen kann. Die verdauenden Cavitäten zum Theil vereinigt, die Mundöffnungen nur getrennt.
  - *v* Verwachsungsstelle durch dickere Wandung ausgezeichnet.
- 3. Analoges Verhalten, gemeinschaftliche verdauende Cavität und 3 Mundöffnungen.
- 4. Form C. mit 2 Mundöffnungen.
- 5. Form C. mit 1 Mundöffnung, auf 2 Stielen sitzend.
- 6. 7. Formen D.
  - *m. l. s.* Dieselbe Bezeichnung wie Fig. 1.

Fig 3. Schema der verdauenden Cavität der Guancha-Formen.
- 1. 2. 3. Längs-, 4. 5. 6. 7. Querdurchschnitte.
- 1. u. 4. Längs- und Querdurchschnitt durch Form A.
- 2. Längsdurchschnitt durch Form C.
- 6. 7. Querdurchschnitte durch dieselbe Form aber in verschiedenen Ebenen, 6. im obern Drittheil, wo man das Verhältniss des Sinus 5 deutlich sehen kann; 7. Durchschnitt im untern Drittheil.
- 3. 5. Durchschnitte durch die Gruppe 2. Fig. 2.
  - *a* Wandung.
  - *b* Verdauende Cavität.

m. Mundöffnung.
c. Stiel.
s. Sinus.

Fig. 4. Guancha-Gruppe der Form A. Die 3 Individuen der Gruppe enthalten Embryonen in verschiedenen Stadien der Entwickelung. *e* Zellencomplexe durch einfache Conturen von einander getrennt, noch keine Wimpern zeigend, *e'* Embryonen mit einer deutlichen Grenzschicht, wimperlos. *e''* Bewimperter Embryo in der verdauenden Cavität des Mutterthieres herumschwärmend, welche er einige Tage nach der Bewimperung verlässt. Die Spicula in dieser Gruppe sind durch Essigsäure entfernt, um das Innre des Schwammes deutlich zu sehen *h*. Hülle. *s*. Stiel. *m*. Mundöffnung.

Fig. 5. Zellen-Conglomerat (Keimkörper der Autoren bei 450 Vergr.)
h. Aeussere Wandung des Mutterthieres.

Fig. 6. Guancha-Gruppe mit Gemmulabildung.
g. Gemmula.

Fig. 7. Eine abgelöste junge Gemmula.
k. Hülle. *i*. Zellen. *c*. Spiculum.

Fig. 8. Guancha-Gruppe vor der Gemmulabildung.
a. mit Embryonen gefülltes Individuum.

Fig. 9. Die in Fig. 8. dargestellte Guanchagruppe in Gemmulabildung begriffen. Das mit Embryonen erfüllte Individuum *a*. ist allmählich verkümmert.

Taf. V.

Fig. 10. Stück der Form A. bei Vergrösserung von 250
a. Kranz um die Mundöffnung, eine regelmässige Anordnung zeigend.
b. Dünne homogene Hülle, die Aussenfläche umkleidend (Cuticula).
c. Zellen, zwischen welchen die Spicula sich finden.

Fig. 11. Stück der Form C, dieselbe Vergrösserung wie Fig. 10. *l*. Lücke, übrige Bezeichnung wie Fig. 5.

Fig. 12. Durchschnitt durch den Sinus der Form C, um das Verhältniss zu den Mundöffnungen und Canälen zu bezeichnen (120 Vergr.).
a. Mundöffnung. *b*. Spiculakranz. *c*. Durchschnittene Wandungen. *d*. Sinus. *e*. Einmündende Canäle.

Fig. 13. u. 14. Zwei Embryonen.
a. Dunkelbraune Centralmasse.
b. Aeussere hellere Schicht.
c. Structurlose Hülle, lange Wimpern tragend.

Fig. 15. Schema der Entwicklungsstadien der Guancha.

Fig. 16. Guancha-Individuum, an dessen Stiel noch die structurlose Gemmula-Membran befestigt ist.

Fig. 17. Stiel einer Guancha bei etwas stärkerer Vergrösserung.
h Hülle. *b*. Schwammzellen. *a*. Spicula.

Fig. 18. Ein sehr häufig im atlantischen Ocean vorkommender gelber Hornschwamm, Nat. Gr.
a. Hornskelet mit der an ihm sitzenden Gemmula *g*
b. Durchschnitt eines sogenannten Schornsteins.
c. Verdauende Cavität.
g. Gemmulae.

Fig. 19. Zwei Gemmulae desselben Schwammes (vergrössert)
a. Stücke des Horngerüstes vom Mutterschwamme.

Fig. 20. Inhalt derselben Gemmula bei 450 Vergr.
a. Gemmula-Hülle. *b*. Schwammzellen. *c*. Spicula.

Fast sämmtliche Zeichnungen sind mit der Camera lucida ausgeführt.

Ueber die Einwirkung des Aethernatrons auf die Aether einiger Kohlenstoffsäuren.

Von

A. Geuther.

Zur Entscheidung der Frage, auf welche Weise die von Frankland und Duppa beobachtete Bildung der Aethylessigsäure, Diäthylessigsäure und Diäthyldiacetsäure aus der Aethyldiacetsäure vor sich ginge, schien es mir wünschenswerth die Einwirkung von Aethernatron zusammen mit Essigäther auf den Aethyldiacetsäureäther zu studiren [1]. Ich glaubte am besten meinen Zweck zu erreichen, wenn ich mich zu diesen Versuchen der von Beilstein [2] vermutheten Verbindung des Essigäthers und Aethernatrons (zu gleichen Mischungsgewichten) bedienen würde und habe desswegen diese darzustellen versucht. Das abweichende Resultat, zu dem ich hierbei gelangt bin, war Veranlassung auch die weiteren hier mitzutheilenden Versuche auszuführen.

Der zu der Darstellung von Aethernatron verwandte Alkohol war jedesmal unmittelbar vorher durch Rectification von absolutem Alkohol über Natrium erhalten und sofort in das Gefäss destillirt worden, worin gleich darauf die Darstellung des Aethernatrons und dessen Einwirkung auf die betreffenden Aether vorgenommen wurde. Dieses Gefäss war mit einem doppelt durchbohrten Kork verschlossen, der ein gerades längeres und ein kürzeres knieförmig gebogenes Rohr trug. Das Erstere, welches bis in die Mitte des Gefässes reichte, wurde mit der Spitze des den Alkohol zuführenden Kühlrohrs, das Letztere, welches mit der Luft communicirte mit einem Chlorcalciumrohr verbunden. Die Einwirkung des Natriums auf den Alkohol wurde stets in einer Wasserstoffatmosphäre vorgenommen, weil nur bei vollkommenem Ausschluss des Sauerstoffs ein farbloses reines Product erhalten wird und zwar in der

1) Vergl. Zeitschrift f. Chemie N. F. Bd. 4. p. 58.

2) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 112. p. 122.

Art, dass nach Entfernung des Chlorcalciumrohrs trocknes Wasserstoffgas durch das gerade Rohr zugeleitet wurde, während der Dauer der Einwirkung sowohl, als während des Erkaltens. Der überschüssige Alkohol wurde meist, nachdem alles Natrium in Lösung gegangen war, durch gelindes Erwärmen im Gasstrom so lange wegdestillirt, bis sich in der siedenden Flüssigkeit festes Aethernatron auszuscheiden begann.

Aethernatron und Essigäther.

In einer Kochflasche wurden zu Aethernatron, das mit Hülfe von 1,6 grm. Natrium und 15 grm. Alkohol erhalten war, also so viel überflüssigen Alkohol beigemischt enthielt, dass es beim Erkalten nicht sogleich krystallisirte 15 grm. reiner über Natrium rectificirter Essigäther gefügt. Es trat nach dem vollständigen Vermischen in ähnlicher Weise, wie bei den Versuchen von Beilstein die Bildung eines weissen voluminösen Niederschlags ein Die Menge desselben war indessen nur gering. Es wurde darauf die Flasche im Wasserbade und unter fortwährendem Zuleiten von Wasserstoffgas erhitzt bis alles Flüchtige abdestillirt war. Das Destillat besass den Geruch von Essigäther; nach mehrmaliger Rectification und einmaligem Waschen desselben mit dem gleichen Volum einer verdünnten Chlorcalciumlösung wurden 14 grm. des Letzteren wieder erhalten. Der Rückstand in der Kochflasche war farblos, bei der Temperatur des Wasserbades flüssig, erstarrte aber beim Abkühlen sogleich zu weissen nadelförmigen Krystallen, ganz vom Aussehen des Aethernatrons.

Diess Resultat des Versuchs musste zu der Annahme führen, dass dieser Rückstand, dessen Menge 10 grm. betrug, abgesehen von der geringen Menge gebildeten essigsauren Natrons, in der That nur die Verbindung sei, für welche Scheitz [1]) die Zusammensetzung:

$$Є^2H^5NaO^2, 2Є^2H^6O^2$$

gefunden hat. Er wurde deshalb mit Wasser übergossen, worin er sich unter Erwärmen leicht löste und diese Lösung, da sie stark alkalische Reaction zeigte mit Essigsäure schwach angesäuert und aus dem Wasserbade destillirt so lange noch Alkohol überging. Das Destillat besass nur den Geruch von Alkohol, nicht den von Essigäther und bestand ausser Wasser nur aus diesem. Nach mehrmaliger Rectification aus dem Wasserbade und darauf folgender mit eingesenktem Thermometer wurden 8 grm. desselben (79°—81°) erhalten. Das essigsaure Natron

1) Diese Zeitschrift Bd. 4 p. 16

wog nach dem Eindampfen und völligem Austrocknen 5,7 grm., entspr. 1,6 grm. Natrium.

Wären die im Kölbchen enthaltenen 10 grm. Substanz die reine Verbindung $Ꞓ^2H^5NaO^2, 2Ꞓ^2H^6O^2$ gewesen, so hätten sie 8,6 grm. Alkohol liefern müssen.

Aus dem Mitgetheilten folgt also, dass eine Verbindung von Aethernatron mit Essigäther unter den angeführten Umständen nicht existirt, dass vielmehr der Essigäther, abgesehen von einer kleinen durch schwer auszuschliessende Feuchtigkeit bedingten Zersetzung vom Aethernatron unverändert abdestillirt.

Nach dieser Erkenntniss wird es möglich die Angaben Beilstein's zu deuten. B. hat bei seinen Versuchen offenbar das Wasser nicht genügend ausgeschlossen und davon in einem Falle so viel gehabt als nöthig war um die ganze angewandte Aethernatronmenge in Natronhydrat und Alkohol zu verwandeln, denn als er nach dem Versetzen des Aethernatrons mit Essigäther die vom ausgeschiedenen essigsauren Natron »abfiltrirte Flüssigkeit« analysirte fand er für sie die Zusammensetzung einer Mischung von Alkohol und Essigäther, sie musste demnach ganz natriumfrei sein. Bei einem zweiten Versuche, wobei B. den Ueberschuss von Alkohol und Essigäther durch einen Strom trockner Luft und Erhitzen des Kolbens im Wasserbade entfernte, fand er in dem bei dieser Temperatur geschmolzenen, beim Erkalten fest werdenden »braunen« Rückstand 24,5 Proc. Natrium, während essigsaures Natron 28,1 Proc. und die von ihm vorausgesetzte Verbindung von Aethernatron und Essigäther nur 14,7 Proc. Natrium verlangt. Dieser Rückstand war, wie dem früher Mitgetheilten gemäss leicht einzusehen ist, nichts anderes als ein Gemenge von viel essigsaurem Natron mit wenig Aethernatron, das durch die Einwirkung der Luft braun geworden war. Es geht dies auch aus seiner Zersetzung mit Wasser hervor, indem beim Kochen der Lösung »viel Alkohol« destillirte, während ein »stark alkalischer« Rückstand blieb [1]).

1) Im Anschluss hieran hat Hr. J. E. Marsh eine directe Bestimmung des Alkohols, welchen die Krystalle von Aethernatron bei ihrer Zersetzung mit Wasser liefern und welche bis jetzt noch nicht ausgeführt worden war, unternommen. Er löste in 17 grm. über Natrium rectificirtem Alkohol 1,4 grm. Natrium, destillirte im Wasserstoffstrom aus dem Wasserbade allen überschüssigen Alkohol fort und behielt als Rückstand 9,3 grm. der Verbindung. Dieselbe wurde in Wasser gelöst, der Alkohol aus dem Wasserbade abdestillirt, mehrmals für sich, dann über gebrannten Kalk aus dem Wasserbade und schliesslich wieder für sich mit eingesenktem Thermometer rectificirt. Die Menge desselben (Sdp. 79°—81°) betrug 8,5 grm. Die 1,4 grm. Natrium hatten 9,8 grm. der Verbindung und diese 8,4 grm. Alkohol liefern müssen.

In der Erwartung, dass eine Verbindung oder Wechselwirkung des Aethernatrons und Essigäthers bei höherer Temperatur eintreten würde, habe ich diese beiden Substanzen im verschlossenen Rohr bei verschiedenen höheren Temperaturen verschieden lange mit einander in Berührung gebracht.

Erster Versuch: In einem Glasrohr wurde mit Hülfe von 3 grm. Natrium Aethernatron bereitet und dieses nach dem Erkalten sofort mit etwas mehr als 2 Mgtn., nämlich 26 grm. reinen Essigäthers übergossen und eingeschmolzen. Das Aethernatron löst sich schon bei gewöhnlicher Temperatur im Essigäther leicht und farblos auf unter nur geringer Abscheidung eines krystallinischen Körpers (essigsaures Natron). Das Rohr wurde im Oelbad während 4 Stunden auf 130° erhitzt. Nach dem Erkalten zeigte sich kein Druck im Innern, es wurde geöffnet und die fast farblos gebliebene stark nach Essigäther riechende Lösung unter möglichstem Abschluss der Luftfeuchtigkeit vom vorhandenen unlöslichen Salze, dessen Menge sich etwas vermehrt hatte, durch Filtration getrennt. Das Letztere wurde im Wasser gelöst, mit Schwefelsäure destillirt, das saure Destillat mit kohlensaurem Natron in geringem Ueberschuss versetzt, zur Trockne gebracht und durch fractionirte Lösung in abs. Alkohol, nach der Filtration und Verdunsten des Letzteren zwei Salzrückstände erhalten, deren Natrongehalt bestimmt wurde. Der aus der ersten Lösung ergab 37,7 Proc. Natron, der aus der zweiten Lösung 38,0 Proc. Beide Salze waren demnach nichts als essigsaures Natron, welches 37,8 Proc. Natron verlangt. Ihre Gesammtmenge betrug: 1,1 grm. Vom oben erwähnten ersteren Filtrat wurde eine Probe genommen und von ihr im Wasserbade alles Flüchtige (Essigäther und möglicherweise vorhandener Alkohol) abdestillirt. In dem gelblich gefärbten dickflüssigen Rückstand erschienen beim Erkalten Krystallnadeln, die ihrem Ansehen nach grosse Aehnlichkeit mit dem krystallisirten äthyldiacetsauren Natron[1]) hatten und desswegen zur Prüfung darauf veranlassten. Zu dem Zwecke wurden sie in Wasser gelöst, die alkalische Lösung mit verdünnter Salzsäure neutralisirt und mit einigen Tropfen Eisenchlorid versetzt. Es erschien sofort die für die Aethyldiacetsäure[2]) und ihre Salze charakteristische dunkelkirschrothe Färbung. Nun wurde die ganze Menge des Filtrats im Wasserbade vom Essigäther befreit, der Rückstand nach dem Erkalten mit Wasser und der für die angewandte Natriummenge berechneten Menge Essigsäure versetzt und sofort mit Aether wiederholt geschüttelt. Die ätherische

---

1) Diese Zeitschrift Bd. II. p. 391

2) Ebend. p. 398

Flüssigkeit wurde über Chlorcalcium entwässert, im Wasserbade der Aether abdestillirt und der den Geruch von Essigsäure und Aethyldiacetsäure zeigende Rückstand wiederholt rectificirt. Er lieferte 1,6 grm. von 170 – 190° destillirender Flüssigkeit, die sich in der That als fast reine Aethyldiacetsäure erwies. Sie gab nach vorsichtiger Neutralisation mit Natronlauge und Versetzen dieser Flüssigkeit mit essigsaurem oder schwefelsaurem Kupferoxyd sofort das für diese Säure charakteristische Kupfersalz [1]) mit den nämlichen Eigenschaften und dem gleichen Verhalten.

0,2628 grm. des zwischen 178° und 180° übergegangenen Theils gaben 0,5242 grm. Kohlensäure und 0,1862 grm. Wasser, was 0,14296 grm. oder 54,4 Proc. Kohlenstoff und 0,02069 grm. oder 7,9 Proc. Wasserstoff entspricht.

Die Aethyldiacetsäure erfordert: 55,4 Proc. Kohlenstoff und 7,7 Proc. Wasserstoff.

Da die Ursache für den 1 Proc. zu gering gefundenen Kohlenstoff wahrscheinlich einer Beimengung von noch etwas Essigsäure zuzuschreiben war, welche durch fractionirte Destillation der geringen Substanzmenge wegen nicht völlig entfernt werden konnte, so wurde die von der Analyse übrig gebliebene Menge der zwischen 178 und 180° destillirten Substanz dazu verwandt das Barytsalz und aus diesem das Kupfersalz darzustellen [2]).

0,1058 grm. des Letzteren über Schwefelsäure getrocknet gaben im Tiegel mit Salpetersäure zersetzt nach dem Glühen des salpetersauren Kupferoxyds: 0,026 grm. Kupferoxyd, entspr. 24,6 Proc.

Das aethyldiacetsaure Kupferoxyd fordert: 24,7 Proc. Kupferoxyd.

Es kann somit die Identität der hier erhaltenen Säure mit der Aethyldiacetsäure nicht mehr zweifelhaft sein [3]). Die Bildungsweise derselben aus krystallisirtem Aethernatron und Essigäther verläuft nach folgender Gleichung:

$$C^2H^5NaO^2, 2C^2H^6O^2 + 2(C^2H^4O^1, C^2H^4) = C^6H^9O^5NaO + 4C^2H^6O^2$$

Man kann sich den Verlauf der Reaction so vorstellen, dass die 2 Mgte Essigäther 2 Mgte Alkohol verlieren und dafür $C^2H^5NaO^2$ aufnehmen, was sich durch folgende Gleichung leicht veranschaulicht:

$$\left.C^2H^4\right\{\begin{matrix}HO\\NaO\end{matrix} + \begin{matrix}CH^2CO^2\left\{\begin{matrix}HO\\HOC^2H^1\end{matrix}\right.\\CH^2CO^2\left\{\begin{matrix}HO\\HOC^2H^1\end{matrix}\right.\end{matrix} = \left.\begin{matrix}CH^2CO^2\\CH^2CO^2\\C^2H^1\end{matrix}\right\}\begin{matrix}HO\\NaO\end{matrix} + \begin{matrix}HO\\HOC^2H^1\\HO\\HOC^2H^1\end{matrix}$$

1) Diese Zeitschrift Bd. II. p. 406.

2) Ebend. p. 399.

3) Vergl. weiter unten p. 248.

Wäre die Gesammtmenge des Natriums in äthyldiacetsaures Natron verwandelt worden, so hätten mit Hülfe der angewandten 3 grm. dieses Metalls fast 17 grm. der Säure erhalten werden müssen. Wie oben angegeben ist wurden aber nur 1,6 grm., also nicht ganz 10 Proc. der möglicherweise entstehenden Menge gebildet.

Die Hauptmenge von Aethernatron und Essigäther war also auch unter diesen Umständen ohne Einwirkung geblieben.

Um zu sehen, ob die Menge der sich bildenden Aethyldiacetsäure bei Anwendung anderer Temperaturen und verlängerter Einwirkung vermehrt werde, wurden die folgenden Versuche angestellt.

Zweiter Versuch. Angewandt $2^3/_4$ grm. Natrium und 26 grm. Essigäther; 5 Stunden lang auf 146—150° erhitzt. Kein Druck im Rohr, aber die Flüssigkeit bräunlich gelb gefärbt. Die Menge des ausgeschiedenen Salzes beträgt wohl das doppelte der Menge im ersten Versuch. Der Röhreninhalt wurde in eine Kochflasche gebracht und nachdem aus dem Wasserbade alles Flüchtige (aus etwa 16 grm. Essigäther und 9 grm. Alkohol bestehend) abdestillirt war, in Wasser gelöst, mit Essigsäure angesäuert und mit Aether geschüttelt. Erhalten wurde nur etwa $^1/_2$ grm. Aethyldiacetsäure und viel eines braunen nicht ohne Zersetzung destillirenden harzartigen Körpers, wahrscheinlich eines der Zersetzungsproducte, welche das äthyldiacetsaure Natron für sich in höherer Temperatur liefert[1]).

Dritter Versuch. Angewandt $1^3/_4$ grm. Natrium und 22 grm. Essigäther; erhitzt auf 100—110° 7 Stunden lang. Der Röhreninhalt in ein Kochfläschchen gebracht und im Wasserbade vom Flüchtigen befreit gab einen Rückstand, der in Wasser gelöst, mit verdünnter Salzsäure neutralisirt und mit schwefelsaurem Kupferoxyd gefällt $1^1/_4$ grm. Kupfersalz lieferte, was 1 grm. Säure entspricht.

Vierter Versuch. $2^3/_4$ grm. Natrium und 26 grm. Essigäther 7 Stunden lang auf 125° erhitzt, im Uebrigen wie im dritten Versuch behandelt gaben 2 grm. Kupfersalz, entspr. 1,6 grm. Säure.

Fünfter Versuch. 3 grm. Natrium und 26 grm. Essigäther wurden auf 130—135° während 14 Stunden erhitzt. Der Röhreninhalt entsprach dem vom zweiten Versuch. Er wurde wie im ersten Versuch auf Aethyldiacetsäure untersucht, es wurde aber nur so wenig erhalten, dass sie mit Hülfe der Destillation nicht gereinigt werden konnte, wesshalb sie in Kupfersalz verwandelt wurde. Von ihm wurden erhalten $1^1/_2$ grm., was 1,2 grm. Säure entspricht.

Sechster Versuch: Es wurden 2 Röhren mit je 3 grm. Natrium

---

1) Diese Zeitschrift Bd. II p. 412.

und 23 grm. Essigäther 3 Stunden auf 125—128° erhitzt und 4 grm. Säure, also 11,8 Proc. der möglicherweise entstehenden Menge erhalten.

Die auch bei diesem Versuch erhaltene verhältnissmässig geringe Menge von Säure liess mich vermuthen, dass die mit dem Aethernatron verbundene, sowie bei der Umsetzung sich bildende Menge von Alkohol der Grund sei, wesshalb die Umsetzung sich nicht auf grössere Mengen der Educte erstrecke und ich habe desshalb einen

Siebenten Versuch vorgenommen, bei dem ich alkoholfreies Aethernatron (= $C^2H^5NaO^2$) verwandte. Das erst auf die oben angegebene Weise dargestellte Aethernatron wurde im Wasserstoffstrom durch Erhitzen im Oelbad bis auf 140° vollkommen von Alkohol befreit und dazu der Essigäther gegeben. Es wurden 2 Röhren und auf jede $2^3/_4$ grm. Natrium und 23 grm. Essigäther angewandt Das Aethernatron löste sich unter schwacher Erwärmung in geringer Menge im Essigäther, beim nachherigen Erkalten krystallisirte es in farblosen nadelförmigen Krystallen wieder aus. Als darauf das eine Rohr einer Temperatur von 50—60° einige Zeit ausgesetzt wurde, löste sich fast alles Aethernatron, beim Erkalten in gleicher Weise krystallisirend. Als darauf diese Erwärmung während einiger Stunden wiederholt wurde, war alles flüssig geworden und beim nachherigen Erkalten erschienen weniger Krystalle als vorher. Das Rohr wurde nun auf 70—80° während wieder einiger Stunden erhitzt und abermals erkalten gelassen. Neben den in noch geringerer Menge erscheinenden farblosen nadelförmigen Krystallen waren nun eine Anzahl concentrisch gruppirter feiner und mehr weiss erscheinender Krystallmassen vorhanden, ganz vom Aussehen des äthyldiacetsauren Natrons. Als darauf das Rohr auf 100° erhitzt wurde waren sehr bald die wenigen farblosen langen nadelförmigen Krystalle in Lösung gegangen, die anderen kleinen weissen kugligen Aggregate aber nicht. Sie waren also gewiss nicht mehr Aethernatron, sondern ein Umsetzungsproduct und wahrscheinlich äthyldiacetsaures Salz. Es wurden nun die beiden Röhren auf 128° während $2^1/_2$ Stunden erhitzt. Nach dem Erkalten hatten beide das gleiche Aussehen, sie waren nur mit den letzteren Krystallen erfüllt, welche den flüssigen Inhalt vollkommen einschlossen, ohne dass er sich von ihnen auch durch Schütteln oder Klopfen hätte trennen lassen. Die Röhren wurden geöffnet (es war kein Druck im Innern, und jedes mit verdünnter Essigsäure (von je 8 grm. Eisessig bereitet) fast vollkommen angefüllt. Als die Salzmasse sich gelöst hatte, war eine beträchtliche leichtere Schicht erschienen, die eine Lösung von Aethyldiacetsäure in unverändertem Essigäther darstellte. Der Inhalt beider Röhren wurde in einen Cylinder gegeben und

mit Aether wiederholt geschüttelt. Nach dem Abdestilliren der ätherischen Lösung im Wasserbade und Rectification des Rückstandes wurden 10 grm. Aethyldiacetsäure erhalten, d. h. 32 Proc. der möglicher Weise entstehen könnenden Menge, also nahezu dreimal mehr, als im sechsten Versuche.

Die grössere Menge Säure erlaubte eine öftere Rectification und völlige Reinigung derselben, wie die mit ihr vorgenommene Analyse zeigt.

0,2281 grm. derselben lieferten 0,4621 grm. Kohlensäure, entspr. 0,12603 grm. = 55,2 Proc. Kohlenstoff und 0,1644 grm. Wasser, entspr. 0,018267 grm. = 8,0 Proc. Wasserstoff.

Die Aethyldehydracetsäure erfordert: 55,4 Proc. Kohlenstoff und 7,7 Proc. Wasserstoff.

Ausser der Aethyldiacetsäure wurde eine kleine Menge höher siedender, beim Erkalten krystallisirender Säure erhalten, die auch bei den früheren Versuchen beobachtet worden war und die nichts anderes als Dehydracetsäure ist. Aus Alkohol krystallisirt zeigte die farblose, leicht sublimirende Säure den Schmelzpunct der Dehydracetsäure: 109°.

Die Anwesenheit von Aethylessigsäure oder Diäthylessigsäure oder Diäthyldiacetsäure habe ich nicht beobachten können.

Aethernatron und Ameisensäureäther.

Zu dem mit 3 grm. Natrium in einem Glasrohr bereiteten Aethernatron wurden 25 grm. Ameisensäureäther (5 grm. mehr als 2 Mgtn. entspricht) gefügt und darauf das Rohr zugeschmolzen. Es trat sofort, indem sich das Aethernatron löste, eine gelbbräunliche Färbung und Abscheidung einer ansehnlichen, wenn auch nicht gerade verhältnissmässig bedeutenden Menge eines Salzes ein, das sich bei späterer Untersuchung als ameisensaures Natron erwies. Zugleich war eine gelinde Gasentwicklung bemerkbar. Deshalb wurde das Rohr sofort in Eiswasser gestellt und so lange durchgeschüttelt, bis sich das Aethernatron gelöst hatte, was in kurzer Zeit geschehen war. Als darauf die Spitze des Rohrs in die Flamme gehalten wurde, zeigte sich Druck im Innern, das Rohr wurde aufgeblasen durch ein mit blauer Farbe brennendes Gas. Das Letztere wurde gesammelt, es zeigte alle Eigenschaften des Kohlenoxyds, indem es mit rein blauer Flamme nach dem Anzünden brannte, dabei Kohlensäure bildend und von einer Lösung des Kupferchlorürs in Salzsäure vollkommen und unter Bildung der für das Kohlenoxyd charakteristischen blättrigen farblosen Krystalle absorbirt wurde. Das

Rohr wurde nun, nachdem es mit einem umgekehrten Kühler verbunden war in ein Wasserbad gebracht, dessen Temperatur der Gasentwicklung entsprechend langsam von 40° bis 70° gesteigert wurde, wobei das Volumen des Röhreninhalts sich beständig verminderte. Als die Gasentwicklung, welche stetig vor sich gegangen war und zu keiner Zeit der Geruch des gewöhnlichen Aethers entdeckt werden konnte, sich beträchtlich vermindert, ja fast ganz aufgehört hatte, wurde die Temperatur bis 80° gesteigert. Dabei trat im Rohr Kochen ein, ohne dass die Gasentwickelung reichlicher geworden wäre. Nach einiger Zeit wurde der Kühler umgedreht und das aus dem Wasserbade Destillirende aufgesammelt. Es betrug 16½ grm. und war reiner Alkohol, der bei der Rectification, wobei das Thermometer sofort bis 78°,5 stieg, zwischen dieser Temperatur und 80° überging. Der zurückbleibende braun gefärbte Röhreninhalt erstarrte beim Erkalten strahlig krystallinisch, wie Aethernatron. Er wurde mit wasserfreiem Aether behandelt, worin sich die Krystalle lösten, während das anfänglich ausgeschiedene Salz ungelöst blieb. Dasselbe stellte ein krystallinisches Pulver dar, welches bei 140° getrocknet einen Natrongehalt von 45,4 Proc. ergab, also ameisensaures Natron war, welches 45,6 Proc. Natron enthält. Seine Gesammtmenge betrug nahezu 2 grm. Die ätherische Lösung hinterliess nach dem Abdestilliren des Aethers im Wasserbade einen Rückstand, welcher wieder in nadelförmigen Krystallen erstarrte. Er wurde in Wasser gelöst und aus dem Wasserbade alles Flüchtige abdestillirt. Das Destillat lieferte nach mehrmaliger Rectification aus dem Wasserbade zuerst für sich, dann über gebranntem Kalk und zuletzt mit eingesenktem Thermometer wieder für sich destillirt 17½ grm. Alkohol. Der Rückstand reagirte stark alkalisch und bedurfte zur Neutralisation eine beträchtliche Menge von Eisessig.

Aus diesen Resultaten folgt, dass der angewandte Ameisensäureäther durch das Aethernatron vollständig in Kohlenoxyd und Alkohol zerlegt worden ist, ohne dass dieses eine wesentliche Veränderung erfahren hat, denn die 25 grm. Ameisensäureäther hätten dabei 15,5 grm. Alkohol liefern müssen, erhalten wurden 16,5 grm., während das mit 3 grm. Natrium erzeugte Aethernatron bei seiner Zersetzung mit Wasser 18 grm. Alkohol geben musste, erhalten wurden 17,5 grm.

Da nun, wie oben erwähnt, mehr als 2 Mgte Ameisensäureäther angewandt wurden und wie die eben angeführten Zahlen zeigen, doch die ganze Menge eine vollkommene Zersetzung erfahren hat, so ist es sehr wahrscheinlich, dass auch noch eine grössere Menge des Aethers durch das Aethernatron zersetzt werden kann, ja dass, wenn nicht die

grössere Menge des sich bildenden Alkohols und die in Folge davon eintretende Verdünnung des Aethernatrons der Reaction Grenzen setzt, dieselbe unbegrenzt verlaufen und durch eine beliebige Menge Aethernatron eine sehr grosse resp. unendliche Menge von Ameisensäureäther in Kohlenoxyd und Alkohol zerlegt werden kann.

Nicht so einfach als die Reaction an sich ist, wird es sein sich von dem Grunde derselben Rechenschaft zu geben. Welche Affinitäten, muss man fragen, nöthigen den Ameisensäureäther zu einem Zerfallen, wenn keines seiner Zersetzungsproducte von dem einwirkenden Körper, dem Aethernatron, zu einer Verbindung oder Umsetzung verwandt wird? Warum entsteht nicht ameisensaures Natron und gewöhnlicher Aether? Vielleicht liegt im Folgenden der Schlüssel zur Erklärung dieser Verhältnisse. Denkt man sich, dass Aethernatron sich mit Ameisensäureäther analog umsetzt, wie mit Essigäther, also damit erzeugt Alkohol und Aethyl-di-ameisensaures Natron, ferner dass dieses Salz von geringer Beständigkeit ist und, vorzüglich bei etwas höherer Temperatur, sich in Kohlenoxyd und Aethernatron zerlegt, vielleicht unter Mitwirkung des in Freiheit gesetzten Alkohols, so würde die Reaction, bei welcher dann die folgenden zwei Phasen zu unterscheiden sein würden, verständlich werden:

$$2\left[CO^2\left\}\begin{matrix}HO\\ HOC^2H^4\end{matrix}\right.\right] + \left[C^2H^4\left\}\begin{matrix}HO\\ NaO\end{matrix}\right., 2C^2H^6O^2\right] = \left.\begin{matrix}CO^2\\ CO^2\\ C^2H^4\end{matrix}\right\}\begin{matrix}HO\\ NaO\end{matrix} + 4C^2H^6O^2$$

und.

$$\left.\begin{matrix}CO^2\\ CO^2\\ C^2H^4\end{matrix}\right\}\begin{matrix}HO\\ NaO\end{matrix} + 2C^2H^6O^2 = 2CO^2 + C^2H^4\left\}\begin{matrix}HO\\ NaO\end{matrix}\right., 2C^2H^6O^2$$

Die Zersetzung, welche der Ameisensäureäther durch Aethernatron erfährt, wirft ein neues Licht auf die Vorgänge, welche bei der Einwirkung von Natrium auf den Ameisensäureäther vor sich gehen: letztere können durch erstere nun genügend aufgeklärt werden. Löwig und Weidmann [1]) fanden, dass bei der Einwirkung des Natriums auf diesen Aether, wenn es in genügender Menge angewandt wird, ausser ameisensaurem Natron und wenig eines braunen Natronsalzes, Kohlenoxyd und Alkohol gebildet wird. Greiner [2]) zeigte später, dass neben jenen Producten noch Wasserstoff und Aethernatron erzeugt werden. Die Ersteren beobachteten ferner als besonders erwähnenswerth, dass die Blasen des sich entwickelnden Gases »gleichzeitig in der ganzen Flüssigkeit, sowohl

1) Pogg. Annal. Bd. 50 p. 111.

2) Diese Zeitschrift Bd. III. p. 41.

an den Stellen, welche mit dem Natrium in Berührung sind, wie an denen, wo sich kein Natrium befindet« erscheinen, während Letzterer die Anwesenheit des Wasserstoffs in dem sich entwickelnden Gase nachwies.

Besonders merkwürdig war bei dieser Reaction die Bildung von Alkohol neben der Bildung von Aethernatron und Wasserstoff, denn wenn das Natrium den Ameisensäureäther unter Bildung von Aethernatron und Kohlenoxyd zerlegte:

$$\mathrm{CO^2}\begin{cases}\mathrm{HO}\\ \mathrm{HOC^2H^4}\end{cases} + \mathrm{Na} = \mathrm{C^2H^4}\begin{cases}\mathrm{HO}\\ \mathrm{NaO}\end{cases} + \mathrm{CO^2} + \mathrm{H}$$

wie es Greiner nachwies, wo kam dann noch Alkohol her. Derselbe verdankt, wie wir im oben Mitgetheilten nachwiesen, seine Entstehung einer secundären Wirkung, der des Aethernatrons auf den noch unzersetzten Ameisensäureäther. Die angeführte Beobachtung von Löwig und Weidmann, im Betreff der Art der Gasentwickelung, sowie die von Greiner gefundene Thatsache, dass auf 1 Mgt. sich entwickelnden Wasserstoff mehr als 1 Mgt. Kohlenoxyd (= $\mathrm{CO^2}$) kommt, finden jetzt ebenfalls ihre Erklärung.

Aethernatron und Oxaläther.

Erster Versuch: Zu dem mit Hülfe von 2 grm. Natrium in einem Rohr dargestellten Aethernatron wurden 13 grm. Oxaläther gegossen (1 Mgt. auf 1 Mgt.) und dann zugeschmolzen. Das Aethernatron löst sich nach Verlauf von einigen Tagen unter öfterem Umschütteln bei gewöhnlicher Temperatur vollkommen auf. Es scheidet sich dabei nur sehr wenig Salz (oxalsaures Natron) ab und es tritt nur eine ganz geringe gelbliche Färbung ein [1]. Als das Rohr darauf in einen Raum von etwa 50° gebracht wurde fand allmähliche Bräunung des Inhalts unter bemerkbarer Gasentwickelung statt. Nach dem Abkühlen auf 0° wurde dessen Spitze in der Flamme leicht aufgeblasen und es strömte unter ziemlichem Druck ein mit rein blauer Flamme brennendes Gas (Kohlenoxyd) aus. Die geöffnete Spitze wurde sofort mit einem Kühler umgekehrt verbunden und das Rohr im Wasserbade allmählich erwärmt. Das Gas entwickelt sich reichlicher, es enthält keine Kohlensäure und wird von einer Kupferchlorürlösung in Salzsäure unter Bildung der für

1) Beilstein führt darüber (a. a. O.) folgendes an: »Setzt man oxalsaures Aethyl zu einer Lösung von Aethernatron, so scheidet sich nach einigen Augenblicken ein gelber gelatinöser Niederschlag ab, welcher vermuthlich eine Verbindung jener beiden Körper ist; da ich indessen nicht hoffen durfte, die Verbindung zu isoliren, habe ich die Untersuchung dieser Einwirkung nicht weiter verfolgt.«

das Kohlenoxyd charakteristischen Krystalle absorbirt, während der braune Röhreninhalt immer dicker und schliesslich beinahe fest wird. Gleichzeitig konnte, als das Gas in ein stark abgekühltes Rohr treten gelassen wurde sehr wenig einer ätherartigen Flüssigkeit verdichtet werden, die leichter als Wasser war und ihrem Geruch nach wenigstens zum Theil aus gewöhnlichem Aether bestand. Als die Reaction beendet war, das Wasser längere Zeit schon kochte und die Gasentwickelung aufgehört hatte, wurde der Kühler umgedreht und das bis 100⁰ flüchtige aus dem Rohr abdestillirt. Dabei ging nur sehr wenig vom Geruch des Alkohols über; es wurde erkalten gelassen und dann der Röhreninhalt mit Wasser übergossen. Während das Feste im Rohr sich mit dunkelbrauner Farbe löste, schied sich eine farblose Oelschicht ab, welche vollkommen den Geruch des Kohlensäureäthers besass. Der gesammte Röhreninhalt wurde nun in eine Kochflasche gespült, mehr Wasser zugegeben und über freiem Feuer destillirt. Die Oelschicht geht sehr leicht über, mit ihr destillirt gleichzeitig viel Alkohol, der sie anfangs aufgelöst hält; nach dem Zusatz von Wasser scheidet sie sich aber ab. Um diess vollständig zu erreichen, wurde in der wässrigen unteren Schicht Chlorcalcium gelöst und diese dann durch Abheben entfernt. Das Oel wurde über geschmolzenem Chlorcalcium entwässert und rectificirt. Es wog 3 gr. und bestand fast nur aus bei 127⁰ Destillirendem; Höhersiedendes war nicht vorhanden. Es besitzt also ausser dem Geruch auch den Siedepunct des Kohlensäureäthers und ist, wie die folgende Analyse und die weiter damit angestellten Versuche zeigen in der That diese Verbindung.

0,2482 grm. gaben 0,4559 grm. Kohlensäure, entspr. 0,124336 grm. = 50,1 Proc. Kohlenstoff und 0,1939 grm. Wasser, entspr. 0,021544 grm. = 8,7 Proc. Wasserstoff. — Der Kohlensäureäther verlangt: 50,8 Proc. Kohlenstoff und 8,5 Proc. Wasserstoff. Mit einer alkoholischen Kalilösung vermischt scheidet die Verbindung bei gelindem Erwärmen sofort kohlensaures Kali ab.

Durch Destillation der abgehobenen Chlorcalciumlösung, wiederholtes Rectificiren des Destillats aus dem Wasserbade erst für sich und dann über gebranntem Kalk konnte viel Alkohol (circ. 15 grm.) erhalten werden.

Die erst zurückgebliebene wässrige braune Salzlösung, welche die andern bei der Einwirkung oder nachher durch Zersetzung entstandenen Producte enthalten musste, wurde, da sie stark alkalisch reagirte, mit Essigsäure angesäuert, wobei eine reichliche Kohlensäureentwickelung auftrat, und mit Chlorcalcium versetzt. Es entstand ein Niederschlag von oxalsaurem Kalk, dessen Menge nach dem Abfiltriren, Auswaschen und Trocknen in gelinder Wärme 3 grm. betrug, was einer

Zersetzung von 2,7 grm. Oxaläther entspricht. Das braune Filtrat war vollkommen klar, erst auf Zusatz von Salzsäure scheidet sich ein Theil der die braune Färbung bedingenden Substanz allmählich als dunkelbraune Flocken ab. Ich werde später auf diese Substanz wieder zurückkommen; von Wichtigkeit ist zunächst, dass unter dem Einfluss des Aethernatrons Oxaläther in Kohlenoxyd und Kohlensäureäther zerlegt wird.

Die bei dem eben beschriebenen Versuch, bei welchem auf 1 Mgt. Aethernatron nur 1 Mgt. Oxaläther angewandt wurde, beobachtete stark alkalische Reaction der wässrigen Lösung des Röhreninhalts, sowie die nach dem Kochen beim Ansäuern auftretende reichliche Kohlensäureentwickelung, neben der beträchtlichen Menge mit destillirenden Alkohols liessen mich vermuthen, dass ein Theil des Aethernatrons unzersetzt geblieben und eine theilweise Zersetzung von gebildetem Kohlensäureäther bewirkt haben mochte. Ich habe deshalb einen

Zweiten Versuch angestellt, bei welchem auf 1 Mgt. Aethernatron etwas mehr als 2 Mgte. Oxaläther (3 grm Natrium und 45 grm. Oxaläther) angewandt und die Reaction in einem Kochfläschchen vor sich gehen gelassen wurde. Das Letztere war mit einem doppelt durchbohrten Kork versehen; das Rohr der einen Durchbohrung führte das Wasserstoffgas während der ganzen Operation zu, während das Rohr der andern Durchbohrung mit der Spitze eines Kühlers verbunden war. Das andere Ende dieses Letzteren stand mit dem längeren Rohr eines leeren Waschcylinders in Communication, der in Eiswasser stand. Nachdem bei gewöhnlicher Temperatur die Lösung der Aethernatronkrystalle fast völlig unter nur schwacher Gelbfärbung und Abscheidung von nur sehr wenig oxalsaurem Natron, ganz wie im ersten Versuch, vor sich gegangen war, wurde das Kochfläschchen im Wasserbade langsam erwärmt. Bei 40° wurden die ersten Gasbläschen an den noch ungelösten Stückchen Aethernatrons bemerkbar, bei weiterem Erwärmen und langsamen Steigen der Temperatur tritt bald gelbe und schliesslich braune Färbung ein, ohne dass eine so reichliche Gasentwickelung als im ersten Versuch sich bemerkbar machte. Im abgekühlten Cylinder beginnt eine farblose Flüssigkeit sich zu verdichten, welche, da sie schwer durch den mit kaltem Wasser gefüllten Kühler ging, zum Füllen des Letzteren mit Wasser von 50—60° veranlasste. Darnach destillirte sie in reichlicher Menge. Als die Reaction nach etwa $1\frac{1}{2}$stündigem Kochen des Wassers beendet erschien, der Inhalt des Kölbchens halb fest geworden und keine Entwickelung von Gas, das während der ganzen Operation kohlensäurefrei befunden wurde, mehr sichtbar war, wurde der gekühlte Cylinder entfernt, der Kühler richtig mit dem Kölbchen verbunden und das aus

dem Wasserbad Flüchtige abdestillirt. Es bestand hauptsächlich aus Alkohol, dem etwas Kohlensäureäther beigemengt war. Der leichter flüchtige Inhalt des Cylinders, 10 grm. betragend, besass nicht den Geruch des gewöhnlichen Aethers, sondern den von Ameisensäureäther. Bei seiner Rectification stieg das Thermometer sofort auf 55⁰, von wo an eine grössere Menge überdestillirte, zuletzt war das Thermometer bis 79⁰ gestiegen. Er bestand nur aus einem Gemisch von Alkohol und Ameisensäureäther, von welch letzterem nach wiederholten Rectificationen 6 grm. erhalten wurden.

Der Rückstand im Kochfläschchen wurde nach dem Erkalten mit viel kaltem Wasser übergossen, dabei löste er sich analog wie im ersten Versuch mit dunkelbrauner Farbe völlig klar unter Abscheidung von viel farblosem sich auf der Oberfläche sammelnden Oel. Es wurde nun bis zur schwachsauren Reaction verdünnte Essigsäure zugefügt, von welcher, um diess zu erreichen, nur wenig nöthig war, sehr viel weniger als im ersten Versuch, und darauf das Ganze der Destillation unterworfen. Das Destillat wurde mit einer verdünnten Chlorcalciumlösung geschüttelt, letztere vom abgeschiedenen Oel weggehoben und aus dem Wasserbade destillirt. Das Destillat lieferte nach mehrmaligen Rectificationen etc. noch 13 grm. Alkohol, von dem also im Ganzen 17 grm. erhalten wurden. Die ölige Flüssigkeit wog nach dem Entwässern 29 grm. und ging, bis auf eine $\frac{1}{2}$ grm. betragende Menge früher Siedendes (Alkohol) beim Siedepunct des Kohlensäureäthers über. Höher siedendes war nicht vorhanden.

In der braunen essigsauren Salzlösung wurde auf Zusatz von Chlorcalcium oxalsaurer Kalk gefällt. Die Menge desselben betrug nach dem Abfiltriren und Trocknen in gelinder Wärme $4\frac{3}{4}$ grm., was einer Zersetzung von 4,2 grm. Oxaläther entspricht.

Das Resultat dieses zweiten Versuchs unterscheidet sich von dem des ersten Versuchs wesentlich darin, dass die Menge des gewonnenen Kohlensäureäthers eine sehr viel grössere, nahezu die doppelte, war, denn hier wurden 53 Proc. der sich aus dem angewandten Oxaläther berechnenden Menge an Kohlensäureäther erhalten, während dieselbe dort nur 28 Proc. davon betrug, und ausserdem wurden hier 6 grm. Ameisensäureäther gebildet, deren Anwesenheit dort gar nicht wahrgenommen werden konnte. Der Unterschied im Betreff des Letzteren, sowie die reichere Kohlenoxydentwickelung im ersten Versuche wird verständlich, wenn noch unverändertes Aethernatron vorhanden war, da wir wissen, dass Ameisensäureäther neben Aethernatron gar nicht bestehen kann, sondern in Kohlenoxyd und Alkohol zerfällt und der Unterschied, den beide Versuche im Betreff des ersteren, des Kohlen-

säureäthers zeigen, wird gleichfalls verständlich, wenn wir, wie weiter unten gezeigt wird, bedenken, dass durch das Aethernatron auch dieser Aether schon bei 100° Zersetzung erleidet.

Um eine völlige Einsicht in den Verlauf der Reaction zu gewinnen, war die Untersuchung von noch zwei Puncten nöthig, einmal, ob der Kohlensäureäther als ein unmittelbares Umsetzungsproduct anzusehen sei oder erst auf Zusatz von Wasser aus der zurückbleibenden braunen halbfesten Masse entstehe und dann, welcher Natur die färbende Materie sei, die in nicht unbeträchtlicher Menge entsteht und offenbar einen sauren Charakter besitzen muss. Zu diesem Zwecke habe ich noch den folgenden Versuch angestellt.

Dritter Versuch. Angewandt wurden $3\frac{1}{2}$ grm. Natrium auf 16 grm. Oxaläther ($1\frac{1}{2}$ grm. mehr als 2 Mgte.) und im Uebrigen sowie im zweiten Versuch verfahren. Im abgekühlten Cylinder hatten sich condensirt 5 grm. Ameisensäureäther und 3 grm. Alkohol, im Wasserstoffstrom gingen darauf von letzterem noch 12 grm. über und später durch Destillation der Chlorcalciumlösung 3 grm., so dass im Ganzen 18 grm. davon erhalten wurden.

Die im Kochfläschchen enthaltene braune Salzmasse wurde nun mit wasserfreiem Aether übergossen, um den Kohlensäureäther, wenn er ein unmittelbares Product der Reaction ist, daraus durch Lösung zu entfernen. Da indessen der zugefügte Aether mit der Substanz eine breiartige Masse bildete, die sich nicht absetzte und schlecht filtrirte, so wurde nicht die ganze Menge, sondern nur eine Probe abfiltrirt und darin nach Verflüchtigung des Lösungsmittels die reichliche Anwesenheit von Kohlensäureäther festgestellt, so dass über dessen unmittelbare Entstehung bei der Reaction kein Zweifel obwalten kann.

Es wurde nun zur mit Aether versetzten Hauptmenge Wasser gefügt, bis alles Feste in Lösung gegangen war, tüchtig durchgeschüttelt und die farblose ätherische Lösung von der braunen wässrigen durch Abheben getrennt. Letztere wurde nun mit Essigsäure schwach angesäuert, wobei eine geringe Kohlensäureentwickelung auftrat und dann destillirt. Der übergehende Alkohol mit etwas Kohlensäureäther wurde zu dem Rückstand gegeben, welcher nach vorsichtigem Abdestilliren der ätherischen Lösung blieb und beide wie früher mittels Chlorcalciumlösung und Destillation getrennt. Erhalten wurden im Ganzen Kohlensäureäther 19 grm.

Die braune wässrige Lösung wurde nun mit Chlorcalcium versetzt, um die Oxalsäure zu entfernen. Das Filtrat vom oxalsauren Kalk, dessen Letzteren Menge nach dem Trocknen in gelinder Wärme 4 grm. (entspr. 4,6 grm. Oxaläther) betrug, wurde nun mit Salzsäure im Ueberschuss

vermischt. Es schied sich nur wenig einer braunen flockigen Substanz aus, die abfiltrirt wurde. Da eine Probe des ziemlich verdünnten Filtrats mit Aether geschüttelt die Flüssigkeit nicht entfärbte, so wurde alles zur Trockne gebracht und die zerriebene Masse mit Aether übergossen. Derselbe blieb fast farblos, in ihm hatte sich eine geringe Menge einer kleinkrystallinischen farblosen Säure gelöst, welche nach dem Abdestilliren des ersteren zurückblieb. Sie bildet mit Ammoniak, sowie mit Kalk leicht lösliche amorphe Salze. Ihre Menge war zu gering um weitere Versuche mit ihr vornehmen zu können.

Zu dem Rückstand wurde nun so viel Wasser gegeben, dass eine concentrirte Salzlösung entstand. Dabei blieb eine schwarzbraune Substanz ungelöst, welche aus zwei sauren Körpern besteht, von denen der eine in Wasser leicht löslich ist und, sobald nach dem Ablaufen der Salzlösung reines Wasser aufs Filter gegeben wird, mit ganz dunkelbrauner Farbe in Lösung geht, während der andere, welcher nur schwer in Wasser sich löst auf dem Filter zurückbleibt. Sie sind beide starke Säuren, welche sogar die Essigsäure aus ihren Salzen auszutreiben vermögen; es entsteht nämlich sofort eine dunkelbraune Salzlösung, wenn man sie mit essigsaurem Natron zusammenbringt, ganz entsprechend der, welche sich bei Anwendung von Natronlauge bildet. Sie sind beide in Alkohol leicht löslich mit schwarzbrauner Farbe. Die in Wasser fast unlösliche Säure wurde mehrmals in Natronlauge gelöst und durch Salzsäure gefällt, getrocknet, dann mit Aether übergossen, so lange sich derselbe nach kürzerer Zeit noch färbte (nach längerer Zeit tritt immer eine bräunliche Färbung ein, was eine langsame geringe Löslichkeit dieser Säure im Aether anzeigt), dann in Alkohol gelöst und im Wasserbade zur Trockne gebracht. Die in Wasser leicht lösliche Säure wurde zur Trockne gebracht, in absolutem Alkohol gelöst und die filtrirte Lösung im Wasserbade wieder zur Trockne verdampft.

I. 0,1380 grm. der Ersteren gaben 0,3060 grm Kohlensäure, entspr. 0,083455 grm. = 60,5 Proc. Kohlenstoff und 0,0565 grm. Wasser, entspr. 0,006278 grm. = 4,6 Proc. Wasserstoff.

II. 0,1138 grm. der Letzteren gaben 0,2401 grm. Kohlensäure, entspr. 0,065482 grm. = 57,5 Proc. Kohlenstoff mit 0,0574 grm. Wasser, entspr. 0,006378 grm. = 5,6 Proc. Wasserstoff.

Aus diesen Resultaten berechnet sich für die erstere Säure die Formel $C^7H^6O^6$, welche verlangt 60,9 Proc. Kohlenstoff und 4,4 Proc. Wasserstoff und für die letztere Säure die Formel: $C^{12}H^{14}O^{12}$, welche verlangt: 57,1 Proc. Kohlenstoff und 5,7 Proc. Wasserstoff.

Die erstere dieser beiden Säuren stimmt ihren Eigenschaften nach überein mit dem braunen Körper, der bei der Einwirkung von

Natrium auf Oxaläther entsteht und welcher von LÖWIG[1]) »Nigrinsäure« genannt worden ist. Auch in der Zusammensetzung weicht sie nicht wesentlich von ihm ab. Aus der Analyse des bei 100° getrockneten Bleisalzes (eine Analyse der freien Säure liegt nicht vor) leitete LÖWIG für sie die Formel: $C^7H^8O^8$ ab. Das ist $= C^7H^6O^6 + 2HO$.

Nimmt man an, dass das Bleisalz bei 100° noch 2 Mgte. Wasser enthalten hat, die bei höherer Temperatur hätten ausgetrieben werden können, so würde man zu unserer Formel gelangen. Die Entstehung der Verbindung kann durch die Gleichung:

$$3CO^2 + 2C^2H^4 - 2H = C^7H^6O^6$$

veranschaulicht werden.

Die Entstehung der anderen braunen Säure lässt sich gleichfalls aus CO^2 und C^2H^4 unter gleichzeitiger Mitwirkung von Wasserstoff denken:

$$6CO^2 + 3C^2H^4 + 2H = C^{12}H^{14}O^{12},$$

so dass zur Entstehung beider Säuren neben einander nur CO^2 und C^2H^4 nöthig sind, denn:

$$9CO^2 + 5C^2H^4 = C^7H^6O^6 + C^{12}H^{14}O^{12}.$$

Ausser den seither angeführten Zersetzungsproducten, welche der Oxaläther unter dem Einfluss des Aethernatrons liefert, ist noch eines zu erwähnen, dessen Anwesenheit in der festen Salzmasse mit Sicherheit angenommen werden kann, das ätherkohlensaure Natron nämlich, denn dasselbe entsteht wie wir weiter unten sehen werden beim Zusammenkommen von Aethernatron und Kohlensäureäther in der Wärme. Das sich während der Umsetzung stets entwickelnde Kohlenoxydgas verdankt seine Entstehung offenbar der Einwirkung des Aethernatrons auf einen Theil des gebildeten Ameisensäureäthers.

Was nun den Hergang bei der Zersetzung selbst anlangt, so lässt sich derselbe dem Vorhergehenden zufolge so verlaufend auffassen, dass sich der Oxaläther seiner Hauptmenge nach in Kohlensäureäther und Kohlenoxyd umsetzt, welches letztere mit dem Leuchtgas von Aethernatron die beiden braunen Säuren resp. deren Natronsalze bildet, während das dadurch entstehende Natronhydrat resp. Wasser mit einer anderen Menge Oxaläther und Aethernatron die übrigen Zersetzungsproducte, als Ameisensäureäther, oxalsaures Natron, ätherkohlensaures Natron und Alkohol liefert.

Ein nahezu richtiges Bild des Hergangs wird die folgende Reactionsgleichung geben:

1) Pogg. Annal. Bd. 50 p. 120.

$$12\left[C^2O^6, H^2O^2, (C^2H^4)^2\right] + 8\,C^2H^4\left\{\begin{matrix}HO\\NaO\end{matrix}\right.$$

$$= 8\left[CO^4, H^2O^2, (C^2H^4)^2\right] + C^7H^5O^5, NaO + C^{12}H^{12}O^{10}, Na^2O^2$$

$$+\ 2\left[\begin{matrix}CO^2\left\{\begin{matrix}HO\\HO\,C^2H^4\end{matrix}\right.\end{matrix}\right] + C^2O^6, Na^2O^2$$

$$+\ 3\left[\left.\begin{matrix}C^2H^4, HO\\NaO\end{matrix}\right\}CO^4\right] + 6\,C^2H^6O^2.$$

Wenngleich die beiden braunen Säuren nur in verhältnissmässig geringer Menge gebildet werden, so ist ihre Entstehung doch offenbar von der grössten Bedeutung für den Verlauf der Reaction, welcher durch sie gewiss bestimmt wird.

Die eben erläuterte Einwirkung des Aethernatrons liefert den Schlüssel zur Erklärung der so sonderbaren und bis jetzt unerklärten Einwirkung des *Natriums* auf den *Oxalsäureäther*. Der Letztere wird, wie man weiss, durch Ersteres unter Kohlenoxydentwickelung in Kohlensäureäther verwandelt. Gleichzeitig entstehen, wie Löwig gezeigt hat Ameisensäure, Alkohol und »Nigrinsäure«. Das Eigenthümliche bei der Einwirkung des Natriums, als eines kräftig *reducirenden* Agens ist immer die Bildung des Aethers der Kohlensäure gewesen, einer Säure, die kein Reductionsproduct der Oxalsäure, im Gegentheil, ein Oxydationsproduct derselben darstellt. Der Vorgang ist offenbar bei dieser Einwirkung der folgende: Aus Oxalsäureäther wird durch Natrium Kohlenoxyd und Aethernatron gebildet, nach der Gleichung:

$$C^2O^6H^2O^2(C^2H^4)^2 + 2\,Na = 2\,CO^2 + 2\,C^2H^4\left\{\begin{matrix}HO\\NaO,\end{matrix}\right.$$

welch letzteres seinerseits auf die oben erörterte Weise von Neuem auf Oxaläther einwirkt. Also *nicht das Natrium als solches veranlasst die Bildung von Kohlensäureäther aus dem Oxaläther, sondern das erst durch dasselbe gebildete Aethernatron*. Die Bildung des Kohlensäureäthers bei dieser Einwirkung ist also vollkommen secundärer Art.

Darnach bedarf es wohl kaum noch der Erwähnung, dass die beste Methode zur Darstellung des Kohlensäureäthers aus dem Oxaläther in der Einwirkung von Aethernatron auf denselben besteht.

Aethernatron und Kohlensäureäther.

Zu dem mit $1\frac{1}{2}$ grm. Natrium in einem Glasrohr dargestellten Aethernatron wurden 15 grm. Kohlensäureäther gegossen (1 Mgt. Na-

trium und 2 Mgt. Kohlensäureäther) und das Rohr zugeschmolzen. Das Aethernatron löst sich bei gewöhnlicher Temperatur kaum auf, bei mässiger Wärme mehr, beim nachherigen Erkalten aber wieder auskrystallisirend. Als das Rohr im Wasserbade erhitzt wurde, schied sich allmählich ein krystallinisches Salz aus, dessen Menge nach einem 5stündigen Erhitzen auf 100° sich nicht weiter vermehrte. Die Krystalle waren zum Theil von bedeutender Grösse, die Menge derselben vermehrte sich beim Erkalten nur wenig, die Flüssigkeit hatte eine schwach gelbliche Färbung. Zur sicheren Vollendung der Reaction wurde noch 2 Stunden auf 120° erhitzt. Beim Oeffnen des Rohrs zeigte sich kein Druck im Innern, es war aber der Geruch von gewöhnlichem Aether bemerkbar. Im Wasserbade erhitzt, destillirte gew. Aether und Alkohol über. Der zurückbleibende Röhreninhalt wurde mit wasserfreiem Aether gewaschen, worin sich das auskrystallisirte Salz nicht löste. Nach dem Verdunsten desselben blieben 7 grm. unveränderter Kohlensäureäther übrig.

Das über Schwefelsäure getrocknete Salz gab bei der Analyse folgende Zahlen:

0,191 grm. lieferten nach dem Glühen, wobei zuerst ohne Schmelzung nur geringe Schwärzung eintrat 0,0915 grm. geschmolzenes kohlensaures Natron, entspr. 0,0535 grm. = 28,0 Proc. Natron.

Daraus folgt, dass dasselbe nicht kohlensaures, sondern ätherkohlensaures Natron war, welches 27,7 Proc. Natron enthält. Damit stimmt auch sein übriges Verhalten vollkommen überein. Es löst sich in kaltem Wasser unter schwacher Erwärmung und Bildung von Alkohol zu doppelt kohlensaurem Natron, das bei genügender Concentration auskrystallisirt; in siedendem Wasser unter Kohlensäureentwickelung und Bildung von neutralem kohlensaurem Natron. Wird die in der Kälte bereitete Lösung mit Chlorcalcium im Ueberschuss versetzt, so entsteht nur ein geringer Niederschlag, wird die davon abfiltrirte klare Flüssigkeit aber stehen gelassen, so entsteht nach einiger Zeit ein neuer Niederschlag, der sofort in reichlicher Menge erscheint, wenn dieselbe gekocht wird. Dabei verflüchtigt sich Alkohol.

Die Einwirkung des Aethernatrons auf den Kohlensäureäther verläuft demnach so, dass aetherkohlensaures Natron und Aether gebildet wird nach der Gleichung:

$$\mathrm{ЄO^4, H^2O^2, (Є^2H^4)^2} + \mathrm{Є^2H^4}\left\{\begin{matrix}\mathrm{HO}\\ \mathrm{NaO}\end{matrix}\right. = \left.\begin{matrix}\mathrm{Є^2H^4, HO}\\ \mathrm{NaO}\end{matrix}\right\}\mathrm{ЄO^4} + 2\,\mathrm{Є^2H^5O}.$$

Nach diesem Verhalten des Kohlensäureäthers schien es mir geboten die Einwirkung des Natriums auf den Kohlensäureäther zu untersuchen.

Löwig gibt an, dass Kalium den Kohlensäureäther unter Bildung von Kohlenoxyd und einer weissen Salzmasse zersetzt, die aus Aetherkali und kohlensaurem Kali bestehen soll. Es schien mir dem Vorhergehenden zufolge nicht zweifelhaft, dass die letztere der Hauptsache nach ätherkohlensaures Kali war. Der Versuch mit Natrium hat diess bestätigt.

Als zu überschüssigem Kohlensäureäther Natrium gefügt wurde war in der Kälte nur geringe Gasentwickelung bemerkbar, dieselbe wurde beim gelinden Erwärmen bedeutender und zuletzt unter Aufblähen und Zertheilen des Natriums, Rothfärben der Flüssigkeit und Abscheidung eines weissen Salzes, sehr lebhaft. Nach Beendigung der Reaction wurde die Masse mit absolutem Aether versetzt, worin sich der meiste rothe Farbstoff mit gelblicher Farbe löste, während eine etwas gefärbte Salzmasse übrig blieb. Dieselbe löste sich nicht in neuen Mengen Aethers, war also kein Aethernatron. Auf die 1,2 grm. derselben waren 4 grm. Kohlensäureäther verbraucht worden. War sie ätherkohlensaures Natron, so hätten 3,8 grm. des letzteren zu ihrer Bildung verwandt werden müssen. Sie verhielt sich, wie ein durch kohlensaures Natron verunreinigtes ätherkohlensaures Natron, wie ihr Verhalten gegen Chlorcalciumlösung zeigte [1]. 0,197 grm. derselben über Schwefelsäure getrocknet gaben nach dem Glühen 0,115 grm. kohlensaures Natron, was 0,06726 grm. = 34,1 Proc. Natron entspricht.

Aetherkohlensaures Natron enthält 27,7 Proc. und kohlensaures Natron 58,5 Proc. Natron.

Das während der Einwirkung entbundene Gas war Kohlenoxyd.

Die Einwirkung des Natriums auf den Kohlensäureäther verläuft also in der Hauptsache nach der Gleichung:

$$3\left[CO^4, H^2O^2, (C^2H^4)^2\right] + 2Na = CO^2 + 2\left[\begin{matrix} C^2H^4, HO \\ NaO \end{matrix}\right\} CO^4\Big] + 4C^2H^5O.$$

Aethernatron und Benzoësäureäther.

Das mit Hülfe von 1 grm. Natrium in einem Glasrohr bereitete Aethernatron wurde mit 13 grm. Benzoësäureäther (1 Mgt. auf 2 Mgte.) übergossen. Bei gewöhnlicher Temperatur findet keine Einwirkung, auch nicht Lösung, statt, bei 100° entsteht allmählich eine gelbliche gallertartige Masse, welche bei 120° nach dem Durchschütteln den Röhren-

1) Es muss hier noch angeführt werden, dass in dem Salz auch eine kleine, aber deutlich nachweisbare Menge von Oxalsäure enthalten war, welche nur durch Reduction aus der Kohlensäure entstanden sein kann.

inhalt breiig erscheinen lässt. Kühlt das Rohr ab, so krystallisirt aus dem flüssigen Theil des Röhreninhalts eine grosse Menge in farblosen nadelförmigen Krystallen vom Ansehen des Aethernatrons. Wird wieder auf 120° erhitzt, so verschwinden diese Krystalle wieder unter Verflüssigung. Nach dem Erkalten erscheint der Röhreninhalt fast ganz zu diesen Krystallen erstarrt, es ist nur sehr wenig Flüssigkeit zu bemerken. Nachdem das Rohr während 6 Stunden auf 120° erhitzt worden war wurde es geöffnet, wobei kein Druck und nur der Geruch des Benzoëäthers zu bemerken war. Der Inhalt des Rohrs wurde mit absolutem Aether übergossen, in eine Kochflasche gespült und darin mit Aether im Ueberschuss stehen gelassen, bis alles Lösliche gelöst war. Darauf wurde das Ungelöste abfiltrirt und mit Aether gewaschen. Es war fast weiss und nichts als benzoësaures Natron, wie eine Natronbestimmung zeigte Seine Menge betrug: 3 grm. Die Ursache der Bildung dieses Salzes ist zum Theil wohl in Feuchtigkeit, zum Theil in freier im Benzoëäther erhaltener Benzoësäure, die bei der Destillation desselben in geringer Menge entsteht, zu suchen.

Die klar filtrirende ätherische Lösung schied noch während des Filtrirens ein krystallinisches Salz aus. Dasselbe wurde wieder abfiltrirt, mit Aether gewaschen, getrocknet und analysirt. Es wog 1 ½ grm. und war gleichfalls reines benzoësaures Natron. Da dieses Salz in Aether unlöslich ist, so musste es erst im Filtrat gebildet worden sein, was eintreten konnte, wenn das Filtrat Aethernatron enthielt und dieses während des Fibrirens Feuchtigkeit aus der Luft angezogen hatte. Das neue Filtrat davon, welches rascher durchs Filter gelaufen war, als das erstere, indem die abzufiltrirende Salzmasse viel geringer als im ersten Fall war, schied wieder etwas Salz ab, aber viel weniger. Es wurde der Aether aus dem Wasserbade abdestillirt und der ziemlich beträchtliche mit Flüssigkeit durchtränkte grosskrystallinische Salzrückstand vom Aussehen des Aethernatrons, da derselbe mit Wasser eine stark alkalisch reagirende Lösung lieferte, zur Bestimmung des noch unverändert vorhandenen Benzoëäthers in verdünnter überschüssiger Salzsäure gelöst und das sich abscheidende Oel mit Aether ausgezogen. Die ätherische Lösung hinterliess nach dem Verdunsten eine Flüssigkeit, der durch Schütteln mit einer Lösung von kohlensaurem Natron ½ grm. Benzoësäure entzogen werden konnte. Der Rest wog 8 grm. und destillirte zwischen 200 und 215°.

Es entsprechen nun

8	grm.	Benzoëäther	8	grm. Benzoëäther
1,5	»	benzoësaures Natron	4,6	» »
0,5	»	Benzoësäure	0,6	» »
			13,2 grm.	

Daraus folgt also, dass das Aethernatron auf reinen Benzoëäther bei 120° nicht einwirkt.

Um zu sehen, ob bei höherer Temperatur eine Umsetzung zu erreichen sei wurde der Versuch mit Anwendung von 1,3 grm. Natrium und 16 grm. Benzoëäther wiederholt. Das Rohr wurde erst 5 Stunden auf 140° und dann weitere 5 Stunden auf 160° erhitzt. Dass hierbei Umsetzung eintrat, zeigte die allmählich sich vergrössernde Menge des in der Hitze fest bleibenden Salzes. Beim Oeffnen des Rohrs in der Flamme wurde dasselbe aufgeblasen und es strömte eine mässige Menge eines mit leuchtender Flamme brennenden Gases aus. Der Röhreninhalt zeigte deutlich den Geruch von gewöhnlichem Aether. Das Rohr wurde mit einem Kühler verbunden und aus dem Wasserbade das Flüchtige abdestillirt. Dasselbe bestand aus einem Gemisch von Aether und Alkohol. Der Rückstand im Rohr wurde darauf mit absolutem Aether ausgewaschen. Das klare Filtrat reagirte nicht alkalisch und blieb auch beim Stehen an der Luft klar. Der vollkommen weisse Salzrückstand wog: 8 grm. Bei der Analyse ergab er 22,8 Proc. Natron, benzoës. Natron verlangt: 21,5 Proc. Er verhielt sich sonst wie benzoësaures Natron, auch die daraus abgeschiedene Benzoësäure hatte den richtigen Schmelzpunct 120°. Kohlensaures oder oxalsaures Natron konnte nicht nachgewiesen werden. Ich vermag vorläufig nicht anzugeben, welche Substanz den etwas zu hoch gefundenen Natrongehalt verursacht hat.

Nach dem Abdestilliren der ätherischen Lösung im Wasserbade blieben an gelb gefärbter Flüssigkeit übrig: 7,5 grm. Bei der Destillation zeigte sich, dass ein geringer Theil höher siedende Substanz vorhanden war, die diesmal nicht Benzoësäure sein konnte. Um sie frei von Benzoëäther zu erhalten, wurde, da dieselbe durch verdünnte Natronlauge auch in der Siedehitze keine Veränderung erfuhr, die Gesammtmenge der aus der ätherischen Lösung erhaltenen Flüssigkeit wiederholt mit Natronlauge im Ueberschuss in ein Rohr eingeschlossen und während mehrerer Tage auf 100° erhitzt. Der Benzoëäther verschwand. Das übrigbleibende Oel wurde nach Entfernung der Natronlauge in Aether gelöst, derselbe entwässert und dann abdestillirt.

Die Menge gelblichen öligen Rückstandes betrug 1,5 grm. Bei der Destillation zeigte sie sich aus 2 Substanzen bestehend, einer nämlich, welche zwischen 200 und 210° destillirte und einer, welche bei 360° noch nicht überging. Erstere stellte eine farblose Flüssigkeit dar von an Benzoëäther erinnerndem aber mehr kratzendem Geruch, letztere war eine fast feste gelbe terpentinähnliche Masse.

Die Erstere gab bei der Analyse: 77,3 Proc. Kohlenstoff und 8,9 Proc. Wasserstoff, was der Zusammensetzung: $C^7H^{10}O^2$, welche 76,4

Proc. Kohlenstoff und 9,1 Proc. Wasserstoff verlangt, entsprechen würde; die Letztere, undestillirt, ergab: 84,4 Proc. Kohlenstoff und 7,9 Proc. Wasserstoff, welche Zahlen auf die Formel: $C^{14}H^{16}O^{2}$ führt, welche 84,0 Proc. Kohlenstoff und 8,0 Proc. Wasserstoff fordert.

Von diesen Substanzen lasst sich vorläufig nur sagen, dass sie keine Säuren und keine Aetherverbindungen sein können, sie können aber zur Klasse der Alkohole oder zur Klasse der Ketone gehören. Ob ihre Entstehung mit der Thatsache zusammenhängt, dass das bei ihrer Bildung zurückbleibende benzoësaure Natron einen um 1,3 Proc. zu hohen Natrongehalt ergeben hat, sowie mit der Entstehung des beim Oeffnen des Rohrs ausströmenden brennbaren Gases, kann ich bis jetzt nicht angeben.

Benzoësäureäther gibt mit Aethernatron also bis 160° erhitzt der Hauptsache nach benzoësaures Natron und Aether.

Aus dem Mitgetheilten ergibt sich somit als Gesammtresultat, dass Aethernatron, wenn es auf die Aether der Essigsäure, Ameisensäure, Oxalsäure und Kohlensäure einwirkt, die nämlichen Producte bildet, wie das Natrium, indem die Entstehung der Letzteren durch die Entstehung des Ersteren bedingt ist.

Jena, Mitte März 1868.

Ueber Legumin.

Von

Dr. R. Theile,

Assistent am landwirthschaftlichen Institut zu Jena.

Im Anschluss an eine in einem früheren Hefte dieser Zeitschrift veröffentlichte Arbeit [1] über das Albumin, sein Verhalten gegen Kali, sowie seine chemische Constitution betreffend, sind auch die nun folgenden Untersuchungen über Legumin von mir durchgeführt worden.

Die Anregung dazu gab die Frage, wie viel Ammoniak sich entwickle, wenn Legumin andauernd mit concentrirter Kalilauge behandelt wird, da sich die bei analoger Behandlung des Thier- und Pflanzeneiweisses erhaltenen Resultate nicht wohl ohne Weiteres auch auf Casëin und Legumin übertragen liessen.

Darstellung des reinen Legumins.

Als Rohmaterial dienten fein gestossene Erbsen. Das Erbsenmehl wurde mit Wasser auf einem Drahtsiebe ausgelaugt, immer in kleineren Portionen.

Die Behandlung mit Wasser wurde jedoch nicht bis zum Durchlaufen einer klaren Flüssigkeit fortgesetzt, da sonst die zu stark verdünnte Lösung die Gewinnung des Legumins wesentlich erschwert hätte.

Die durchgelaufene Flüssigkeit wurde so lange stehen gelassen, bis sich das Stärkemehl vollständig abgesetzt hatte.

Die überstehende klare Flüssigkeit wurde mit dem Heber abgehoben. Proben davon längere Zeit erhitzt zeigten auch nicht die geringste flockige Abscheidung, nur eine geringe milchige Trübung trat mit der Zeit ein, sowie die Bildung dünner Häutchen auf der Oberfläche.

Albumin konnte demnach in der Flüssigkeit nicht zugegen sein.

---

1) Diese Zeitschrift Band III. 2. u. 3. 1867.

Die mikroskopische Untersuchung auf Amylum liess keine Spur davon in der Flüssigkeit erkennen.

Die so als von Albumin und Amylum frei erkannte Flüssigkeit wurde mit absolutem Alkohol versetzt, wobei sich das Legumin in dichten Flocken abschied.

Die verdünnte alkoholische Flüssigkeit liess sich schnell und vollkommen filtriren, so dass das auf dem Filter bleibende Legumin nur kurze Zeit mit der Luft in Berührung kam.

Nach und nach wurden nach obiger Methode 2 Pfund gestossener Erbsen behandelt und die gefällten und abfiltrirten Mengen Legumin sogleich in einem mit absolutem Alkohol gefüllten Sammelgefässe zusammengebracht. Die Gesammtmasse wurde einige Tage unter öfterem Umschütteln mit Alkohol in Berührung gelassen, um Wasser und färbende Substanzen zu entfernen, hierauf filtrirt, mit absolutem Alkohol ausgewaschen und dann auf ganz ähnliche Weise mit Aether behandelt, um das Fett zu entfernen.

Das vom Aether befreite Legumin wurde dann mit Hülfe eines Aspirators und bei einer durch warmes Wasser erzeugten, höchstens 50°C. betragenden Temperatur einem andauernden. über Chlorcalcium getrockneten Luftstrome ausgesetzt und schliesslich unter der Luftpumpe getrocknet.

Nach längerem Stehen unter der Luftpumpe (8 Tage) erhielt ich eine gelbe, vollkommen spröde Masse, die zerrieben ein feines weisses Pulver gab.

Charakteristisch ist, dass Legumin bei ganz analoger Behandlung viel mehr Zeit erfordert, um in eine spröde trockne Masse überzugehen, als Albumin.

Die Ausbeute des so gewonnenen Legumins war eine sehr geringe, was in dem Bestreben, jede mögliche Verunreinigung zu vermeiden, Erklärung findet.

Aus den 2 Pfund Erbsen erhielt ich 19 grm. Legumin.

Analyse des Legumins.

Bestimmung des Aschengehaltes.

0.355 grms. Substanz hinterliessen 0.025 grms. Asche = 7.04 %.
0.936 » » » 0.062 » » = 6.72 %.

Eine nähere Untersuchung der Asche, deren specielle Resultate ich im Vereine mit mehrfachen anderen mit Aschen von Eiweisskörpern ausgeführten Analysen in einer späteren Arbeit mittheilen werde, ergab unter anderen die völlige Abwesenheit von Schwefelsäure.

Es ist diess insofern interessant, als daraus erhellt, dass der im Legumin enthaltene Schwefel, der, wie wir weiter unten sehen werden, 0.7 % beträgt, beim directen Verbrennen entweicht und nicht in der Form von Schwefelsäure deplacirend auf Salze der Asche einwirkt.

Der weit überwiegende Theil der Asche besteht aus phosphorsauren Alkalien und phosphorsauren alkalischen Erden.

Wasserbestimmung.

Zur Bestimmung des Wassergehaltes wurde Legumin in einem Röhrchen, durch das sich ein Luftstrom ziehen und der Charakter der entweichenden Dämpfe durch angefeuchtetes Reagenspapier erkennen liess, lange und anhaltend einer allmählich gesteigerten Temperatur ausgesetzt.

Von den 25 hinter einander angestellten Trockenversuchen war jeder das Resultat einer mindestens viertelstündigen Einwirkung der entsprechenden, allmählich gesteigerten, Temperatur.

Ich hebe aus der langen Reihe dieser Versuche nur diejenigen hervor, die für die daran anzuknüpfenden Berechnungen unbedingt nöthig sind.

Die Wägungen I—V. (bei 90 °C.—100°) ergaben 5.55—8.68 % Wasser.
» » VI. VII. u. VIII. (bei 100 °) ergaben alle 9.37 % »
» » IX—XII. (bei 100°—115°) ergaben 9.37 %—10.76 % »
» » XIII—XV. (bei 120 °) ergaben alle 10.76 % Wasser.
» » XVII—XX. (bei 130°) ergaben alle 12.03 % »
» » XXI. u. XXII. (bei 130°—150°) gaben beide 12.73 % »
» » XXIII. (160 °) gab 13.42 % Wasser.
Die letzte Wägung XXV. (180 °) gab 15.62 % Wasser.

Von XXIII. an trat aber auch schon allmähliche Zersetzung der Substanz ein.

Ueberblickt man die Reihe, so findet bei allmählichem Steigen der Temperatur selbstverständlich auch eine steigende Abnahme des Wassergehaltes der Substanz statt, aber diese Abnahme findet nicht ganz willkürlich und gesetzlos statt, sondern es treten ganz positive fixe Puncte auf, wo bei längerem, oft stündlichem Trocknen der Wassergehalt nicht abnimmt, dann aber plötzlich wieder bis zu einem nächsten stationären Puncte sinkt.

Bei 160 ° trat ein schwach brenzlicher Geruch auf, der die beginnende Zersetzung andeutet, bei 170 ° trat alkalische Reaction ein, die sich bei 180 ° intensiv steigerte, bei welcher Temperatur auch schon in der Röhre eine starke Nebelbildung die Zersetzung erwies.

140 °C. ist als die Temperatur hinzustellen, bei der Legumin, ohne sich zu zersetzen, sein gebundenes Wasser vollständig abgibt.

Der Gehalt des Legumins an Wasser berechnet sich demnach zu 12.73 %.

Wirft man einen Blick auf obige Reihe, so sieht man, dass erst bei Temperaturen über 100° eine wiederkehrende Regelmässigkeit sich geltend macht. Diess Verhalten spricht jedenfalls dafür, dass hier nicht hygroskopisch adhärirendes, sondern nach festen Verhältnissen chemisch gebundenes Wasser ausgetrieben wird.

Schon Andere haben bei der Aufstellung von Formeln für die Eiweisskörper, in erster Linie aber namentlich für Albumin, auf chemisch gebundenes Wasser Rücksicht genommen.

Lieberkühn beispielsweise schreibt dem Albumin die Formel $C^{144} H^{110} N^{18} S^2 O^{44} + 2aq$ zu.

Diese Annahme, zu der Lieberkühn durch das Studium der Metallverbindungen mit Albumin bewogen wurde, glaube ich bei meinen Untersuchungen des Albumins durch den directen Versuch bestätigt zu haben, nur dass ich dahin geführt wurde 4 Aeq. Wasser annehmen zu müssen.

Auch im vorliegenden Falle weist das Verhalten des Legumins darauf hin.

Wie später folgen wird, ergibt sich nach meinen Untersuchungen für das Aequivalent des bei 140° getrockneten, also wasserfreien Legumins die Zahl 1713.

Berechnet man den Procentgehalt an Wasser, wenn zwei, vier und sechs Aequivalente HO hinzutreten, so erhält man:

1713 + 2 HO = 1.039 % HO.
1713 + 4 HO = 2.058 % HO.
1713 + 6 HO = 3.087 % HO.

Vergleicht man die Resultate der Wägungen XXI u. XXII. sowie der Wägungen XIII—XV., die beide Ruhepuncte bilden, so ergibt sich eine Differenz von 2.03 % im Wassergehalt, welcher bei der angegebenen Aequivalentenzahl 4 Aeq. Wasser entsprechen, dies entspricht bei 100° = 1713 + 6 HO.

Vergleicht man die Resultate der Wägungen XXI und XXII. mit denen der Wägungen VI. bis VIII., so ergibt die Differenz 3.36 %. Die Wägungen (XVII—XX.) repräsentiren die Substanz

1713 + HO.

Es scheint mir desshalb nach den vorliegenden Untersuchungen wahrscheinlich, dass auch Legumin, ebenso wie Albumin Wasser in festen Verhältnissen chemisch gebunden enthält und dass die Menge 6 Aequivalente beträgt.

Bestimmung des Schwefelgehaltes.

Die Substanz wurde mit kohlensaurem Natron und Salpeter im Tiegel geschmolzen, um S in Schwefelsäure überzuführen. Eine Correction der hierbei gefundenen Schwefelsäure war nicht nothwendig, da die Asche keine Schwefelsäure enthält.

I. 0.834 grms. Subst. gaben 0.041 $BaO\,SO_3$ = 0.68 % S.
II. 0.787 » » » 0.045 » » = 0.78 % S.

Es ergibt sich hieraus im Mittel ein Gehalt von 0.74 % S.

Die in analoger Weise ausgeführte Prüfung auf Phosphor erwies die vollständige Abwesenheit desselben.

Norton[1]) hat in dem Legumin aus Erbsen und Mandeln bedeutende Mengen Phosphor gefunden, von 2 % bis 2.4 %.

Diesen schon von Anderen bezweifelten hohen Gehalt an Phosphor muss auch ich entschieden in Abrede stellen.

Eine nach Norton 5.2 % Phosphorsäure entsprechende Menge Phosphor kann unmöglich übersehen werden, sie liegt weit ausserhalb der Grenzen möglicher Versuchsfehler.

Bestimmung des Stickstoffs.

I. 0.325 grms. Substanz mit Natronkalk geglüht und den Stickstoff nach Varrentrapp und Will bestimmt ergaben:
0.04376 grms. = 13.46 % Stickstoff.

II. 0.328 grms. ebenso behandelt:
0.04464 grms. = 13.60 % Stickstoff.

III. 0.379 grms. nach Varrentrapp:
0.05199 grms. = 13.72 % Stickstoff.

IV. Eine Bestimmung des Stickstoffs in Gasform lieferte bei 22° C. und 747 Mm. Barometerstand 49.7 C.C. Gas.

Es entspricht dies 0.05511 grms. = 14.82 % Stickstoff.

Die letztere Bestimmung gibt den Gehalt offenbar zu hoch an, wie auch die Entdecker der Methode zugeben.

Im Mittel ergibt sich nach den 3 ersten Analysen ein Gehalt des Stickstoffs von 13.60 %.

Bestimmung von Kohlenstoff und Wasserstoff.

I. 0.414 grms. Substanz mit chromsaurem Bleioxyd und vorgeschlagenem metallischen Kupfer behandelt gaben:
0.264 grms. HO = 0.02933 grms. H = 7.1 % H.

II. 0.304 grms. Substanz ebenso behandelt lieferten:
0.450 grms. CO_2 = 0.12273 grms. C = 40.40 % C.
0.207 » HO = 0.023 » H = 7.5 % H.

1) Pharmac. Centralblatt 1848. S. 241.

III. 0.3345 grms. Substanz bei analoger Behandlung:

0.507 grms. CO_2 = 0.13827 grms. C = 41.33 % C.

0.231 » HO = 0.02566 » H = 7.60 % H.

IV. 0.310 grms. Substanz ergaben:

0.469 grms. CO_2 = 0.12791 grms. C = 41.26 % C.

0.217 » HO = 0.02411 » H = 7.75 % H.

V. 0.371 grms. Substanz wurden mit Kupferoxyd und vorgeschlagenem metallischem Kupfer verbrannt; ich fand:

0.552 grms. CO_2 = 0.15055 grms. C = 40.6 % C.

0.242 » HO = 0.02688 » H = 7.3 % H.

Nach den Analysen III. und IV. ist demnach ein Kohlenstoffgehalt von 41.3 % anzunehmen.

Die Verbrennung V. mit Kupferoxyd, statt chromsaurem Bleioxyd, also mit einem minder kräftig wirkenden Oxydationsmittel, wurde deshalb ausgeführt, weil ich bei Albumin [1]) die Erfahrung gemacht hatte, dass je nach der Verbrennung mit Kupferoxyd allein, oder mit Kupferoxyd und durchgeleitetem Sauerstoff, oder endlich mit chromsaurem Bleioxyd, der gefundene Kohlenstoff ein verschiedener war und dass er nur bei der Verbrennung mit chromsaurem Bleioxyd vollständig erhalten wurde, dagegen bei der Verbrennung mit Kupferoxyd mit oder ohne Sauerstoff ein verschiedener und zwar ein constant verschiedener war.

Mit Kupferoxyd allein wurden 11 % Kohlenstoff weniger erhalten; beim Verbrennen mit Kupferoxyd bei durchgeleitetem Sauerstoff ungefähr 6 % weniger.

Hier beim Behandeln des Legumins mit Kupferoxyd, wurde selbst ohne Durchleiten von Sauerstoff der enthaltene Kohlenstoff so gut wie vollständig zu CO_2 verbrannt.

Ich muss dieses Verhalten des Legumins dem Albumin gegenüber als etwas für dasselbe charakteristisches betonen, jedenfalls scheint der Kohlenstoff in ihm leichter verbrennlich zu sein, wie im Albumin.

Was den Gehalt an Wasserstoff betrifft, so ergibt sich aus den 5 Analysen ein mittlerer Gehalt von 7.45 %.

Bestimmung des relativen Verhältnisses zwischen Kohlenstoff und Stickstoff.

Die Bestimmung wurde nach der bekannten Liebig'schen Methode ausgeführt und stelle ich kurz die Resultate zusammen, die 6 nach einander gefüllte Röhren ergaben:

1) Diese Zeitschrift Band III. 2 Heft. Seite 154

				N	N : CO_2.
I.	CO_2	+ N	= 27.5 C.C. darin	5.3 C.C.	1 : 4.00.
II.	»	+ »	= 28.65 » »	4.75 »	1 : 5.03.
III.	»	+ »	= 33.10 » »	5.5 »	1 : 5.02.
IV.	»	+ »	= 34.9 » »	4.9 »	1 : 6.12.
V.	»	+ »	= 35.0 » »	4.5 »	1 : 6.77.
VI.	»	+ »	= 34.3 » »	4.2 »	1 : 7.1.

Legt man bei obigen Versuchen das letzte Verhältniss, als der Wahrscheinlichkeit am nächsten kommend zu Grunde, so ergibt sich das Verhältniss:

$$N^1 : C^{7\cdot 1} = 14 : 42.6.$$

Geht man von 41.3 % Kohlenstoff aus, so ergibt sich ein Gehalt von 13.57 % Stickstoff, was allerdings mit dem directen Versuche übereinstimmt.

Nähme man nach LIEBIG die Gesammtvolume in den 6 Röhren zur Grundlage der Berechnung, so erhielte man:

$$164.3 : 29.15 = 1 : 5.6.$$

Fährt man dagegen nach ROSE so lange mit der Verbrennung fort, bis 2 Röhren dasselbe Verhältniss ergeben, so wäre in unserem Falle schon nach der dritten Röhre der Versuch beendet gewesen, denn:

II. $CO_2 : N = 5.03 : 1$.
III. $CO_2 : N = 5.02 : 1$.

Wie ich schon bei der Analyse des Albumins betont und wie es von andern namhaften Chemikern ausgesprochen wurde, sind die Resultate dieser relativen Bestimmung nicht immer brauchbar.

Die directe Untersuchung des Legumins hat demnach folgende Resultate ergeben:

Asche = 6.71 %.
Wasser = 12.73 %.
C = 41.30 %.
H = 7.45 %.
N = 13.60 %.
S = 0.74 %.

Zieht man von dem Gesammtgehalt an Wasserstoff den auf das bei 140° ausgetriebene Wasser entfallenden Antheil ab (1.41 %) und berechnet auf Wasser- und aschenfreie Substanz, so ergibt sich für Legumin, bei 140° getrocknet, folgende Zusammensetzung:

					Berechnet:
C = 51.30 : 6	8.55	147.4	C 148		51.83 %.
H = 7.51 : 1	7.51	129.5	H 129		7.53 %.
N = 16.88 : 14	1.20	20.6	N 20		16.40 %.

						Berechnet
S = 0.92 : 16	0.058	1.	S	1		0.93 %.
O = 23.39 : 8	2.91	50.1	O	50		23.35 %.

Wir stellen somit nach den Ergebnissen der Analyse für Legumin die Formel C_{118} H_{129} N_{20} SO_{50} + 6 HO auf.

Abstrahirt man von den 6 Aeq. Wasser, so ist das Aequivalent des Legumins 1713

Ich füge hier noch die Analysen anderer Chemiker kurz bei, theils um den Vergleich mit meinen Resultaten zu erleichtern, theils um auch im Folgenden mich noch speciell darauf beziehen zu können.

	Dumas u. Cahours.	Scheerer.	Rochleder.	Rüling.	Löwenberg.	Norton.	Theile.
Kohlenstoff	50.53	53.7	54.3	50.68	53.9	50.72	51.30
Wasserstoff	6.91	7.2	7.4	6.74	7.2	6.58	7.51
Stickstoff	18.15	15.7	14.6	16.50	—	15.77	16.88
Schwefel	-	—	—	0.48	0.3	0.77	0.92
Sauerstoff	—	—	—	—	—	—	23.39
Phosphor	—	—	—	—	—	2.31	—

Diese sämmtlichen Analysen wurden ebenfalls mit Legumin aus Erbsen ausgeführt

In Betreff des Schwefelgehaltes sei kurz erwähnt, dass Schwarzenbach [1] denselben im Caseïn stets halb so gross gefunden hat als im Albumin und dies Verhalten als charakteristisch hinstellt. Er fand im Albumin stets zwischen 1.85 bis 2.2 % Schwefel.

Ich fand den S-Gehalt im Albumin 1.98 %; hier im Legumin 0.92, also gerade die Hälfte. Es scheint demnach das Legumin sich hierin dem Caseïn analog zu verhalten.

Einwirkung von Kali auf Legumin.

Bei Aufstellung dieser Frage kam es mir darauf an, in Erfahrung zu bringen, ob sich Pflanzenlegumin dabei dem Pflanzenalbumin analog verhalte, überhaupt den Fehler kennen zu lernen, der bei der Bestimmung des Ammoniaks in Leguminosen dadurch entsteht, dass Legumin durch die Einwirkung des ätzenden Alkalis zersetzt wird.

Die ganze Anordnung des Versuches war ähnlich der beim Albumin eingehaltenen und verweise ich auf das betreffenden Orts mitgetheilte [2].

Das Legumin wurde mit der zehnfachen Menge Aetzkali und ver-

1) Annalen der Chemie, Februarheft 1865.

2) Stöckhardt, Zeitschrift für deutsche Landwirthe XXII. Jahrgang Seite 303 Chemisches Centralblatt 1866.

dünntem Alkohol in einem Glaskolben zusammengebracht und durch wiederholte Destillationen das entwickelte Ammoniak in eine mit Normalschwefelsäure versehene Vorlage übergetrieben und durch Titriren bestimmt.

1 C.C. neutralisirter Flüssigkeit entspricht $^1/_{10\cdot000}$ Aeq., oder 0.0021256 grms. Ammoniak, wenn O = 10.

Bei der folgenden Versuchsreihe wird immer nur kurz angegeben wie viel Cubikcentimeter durch Ammoniak neutralisirt waren.

In der Vorlage waren bei sämmtlichen Versuchen je 5 C.C. Normalsäure, welche vor der Titrirung auf 50 C.C. verdünnt wurden. Es wurden gleichzeitig 2 Versuche durchgeführt.

I. 1.505 und II. 1.468

grms. Legumin wurden mit je 15 grms. Aetzkali und 80 C.C. 60 % Alkohols eine Stunde lang destillirt. Gleich Anfangs schieden sich in dem noch sehr hochgrädigen Destillate der Vorlage deutlich sichtbare Krystalle von H_4NO, SO_3 aus, die sich mit der Zeit wieder lösten. Nach Beendigung der Destillation wurde der Destillationskolben durch einen Quetschhahn abgesperrt und die Flüssigkeit in der Vorlage titrirt. Hierauf wurde die Vorlage mit neuer Normalsäure und der Destillationskolben möglichst schnell wieder mit Alkohol versehen, von Neuem destillirt und titrirt und so in fortlaufender Reihe weiter verfahren.

I.	II.
1) Neutralisirt waren:	
12.25 C.C. = 0.026038 grms. H_3N	13 C.C. = 0.027638 grms. H_3N
1.730 %.	1.882 %.
2) Die unmittelbar folgende Destillation ergab:	
2.5 C.C. = 0.005314 grms. H_3N	1 C.C. = 0.002125 grms. H_3N
0.352 %.	0.151 %.
3) Desgleichen:	
1.5 C.C. = 0.0031876 grms. H_3N	0.5 C.C. = 0.00106 grms. H_3N
0.212 %.	0.072 %.
4) Desgleichen:	
1 C.C. = 0.0021256 grms. H_3N	0.25 C.C. = 0.00053 grms. H_3N
0.141 %.	0.036 %.

Ich liess nun den Versuch vier Tage ruhen, wobei, wie auch bei den folgenden Versuchen, die vorgelegte Schwefelsäure von der äusseren Atmosphäre abgesperrt wurde, um eine mögliche Aufnahme von Ammoniak aus dieser zu verhindern.

I.	II.
5) Nach 4 Tagen waren neutralisirt:	
0.75 C.C. = 0.00159 grms. H_3N	1.2 C.C. = 0.00276 grms. H_3N
0.105 %.	0.181 %.

6) Nach weiteren 2 Tagen:

0.75 C.C. = 0.00659 grms. H_3N 0.105 %. | 1 C.C. = 0.002125 grms. H_3N 0.151 %.

7) Nach weiteren 6 Tagen:

1.5 C.C. = 0.00318 grms. H_3N 0.212 %. | 0 C.C Kein Ammoniak.

8) Nach 10 Tagen:

1.25 C.C. = 0.0025 grms. H_3N 0.227 %. | 1.5 C.C. = 0.00318 grms. H_3N 0.232 %.

9) Nach 6 Tagen:

0 C.C. Kein Ammoniak. | 1.8 C.C. = 0.00382 grms. H_3N 0.260 %.

10) Nach 7 Tagen:

0 C.C. Kein Ammoniak. | 0 C.C. Kein Ammoniak.

11) Der Versuch wurde 7 Wochen lang ruhen gelassen, die darauf folgende Titrirung ergab in beiden Fällen die Abwesenheit von Ammoniak.

Stellt man die erhaltenen Resultate zur besseren Uebersicht nochmals kurz neben einander:

	I.	II.	
1)	1.730 % H_3N	1.882 % H_3N	hinter einander
2)	0.352 » »	0.151 » »	
3)	0.212 » »	0.072 » »	
4)	0.141 » »	0.036 » »	
5)	0.105 » »	0.181 » »	4 Tage gestanden
6)	0.105 » »	0.151 » »	2 » »
7)	0.212 » »	— » »	6 » »
8)	0.227 » »	0.232 » »	10 » »
9)	— » »	0.260 » »	6 » »
10)	— » »	— » »	7 » »
11)	— » »	— » »	7 Wochen » .
	3.084 % H_3N	2.965 % H_3N	

so sieht man vor allem, der über ein Vierteljahr ausgedehnte Versuch beweist, dass auch bei Legumin Ammoniak keineswegs in so grosser Menge als Zersetzungsproduct auftritt, als wohl bislang vermuthet wurde.

Die 4 ersten, schnell hinter einander ausgeführten Destillationen zeigen die rasche Abnahme von Ammoniak; es tritt hier jedenfalls als directes Zersetzungsproduct auf, während die später entwickelten Mengen wohl von der Einwirkung des Kalis auf gebildete Zersetzungsproducte herrühren.

Berechnet man die im Mittel 3 % betragende Menge Ammoniak auf Stickstoff, und zwar in bei 140° getrockneter und aschenfreier Sub-

stanz, so ergibt sich, dass durch Kali nur 3.07 % Stickstoff in der Form von Ammoniak ausgetrieben worden sind; dieser Antheil verhält sich zum Gesammtgehalt wie 5.5 : 1.

Es wurden nur $\frac{3.07}{16.88} = 0.182$ des Gesammtgehaltes, also noch nicht ganz $^2/_{10}$ ausgetrieben.

Hierin unterscheidet sich Legumin wesentlich von Thieralbumin, wo 0.304 also beinahe ein Drittheil des Stickstoffs ausgetrieben wird.

Mit Pflanzeneiweiss wurden von mir keine so anhaltenden Versuche angestellt, sondern nur so lange stetig hinter einander destillirt, bis keine weitere Ammoniak-Entwickelung eintrat, das heisst, es wurde nur das als directes Zersetzungsproduct auftretende Ammoniak bestimmt und diese Versuche stimmen allerdings auch mit den jetzt vorliegenden.

Die vier ersten Destillationen unsers Versuches II. ergaben 2.141 % Ammoniak. Bei Kartoffeleiweiss fand ich 2.022 %.

Trotzdem also Legumin einen höheren Gehalt an Stickstoff besitzt, wie Pflanzeneiweiss, wird doch nicht mehr Ammoniak direct ausgetrieben, im Gegentheil tritt bei Pflanzenalbumin relativ mehr Stickstoff in Form von Ammoniak aus.

Das Verhältniss ist hier wie 1 : 5.76, bei Legumin dagegen nur wie 1 : 6.76.

Es lässt sich somit kurz wie folgt resümiren:

Bei der Einwirkung concentrirter Kalilauge auf Legumin wird Stickstoff in Form von Ammoniak ausgetrieben; die Menge ist geringer als bei dem stickstoffärmeren Albumin, sie beträgt noch nicht $^2/_{10}$ des Gesammtgehaltes.

Das austretende Ammoniak ist einestheils directes, anderntheils secundäres Zersetzungsproduct. Jenes überwiegt bedeutend.

In Betreff der zuerst als Zersetzungsproduct auftretenden Mengen scheint Uebereinstimmung mit Pflanzenalbumin zu herrschen, die Menge ist bei beiden Eiweissarten eine übereinstimmende.

Sollen demnach bei Leguminosen Bestimmungen ihres Gehaltes an Ammoniak durch Austreiben mit Kali vorgenommen werden, so müsste eine 2 % ihres Legumingehaltes entsprechende Correction angebracht werden.

Was den bei der Behandlung des Legumin mit Kali im Entwicklungskolben zurückgebliebenen Rückstand betrifft, so war er beträchtlicher als bei Albumin; das Legumin löste sich nur theilweise und schwierig, auch zeigte die alkalische Flüssigkeit nicht die bei Albumin so bald eintretende und eine Zersetzung andeutende rothe Färbung.

Diese Flüssigkeit, das Product einer vierteljährlichen Einwirkung

von Kali auf Legumin, wurde filtrirt und der Rückstand ausgewaschen, er bestand grösstentheils aus phosphorsauren Erden.

Das gelbe Filtrat wurde verdünnt und mit SO_3 das Kali neutralisirt. Es war dabei kein besonderer Geruch wahrzunehmen wie bei Albumin. Nach längerem Stehen schied sich aus der stark verdünnten Flüssigkeit ein flockiger Körper ab; er erwies sich als Kieselsäure, wahrscheinlich von einer Verunreinigung des Kali herrührend.

Die von der Kieselsäure abfiltrirte Flüssigkeit wurde zur Trockne eingedampft und die Masse mit absolutem Alkohol extrahirt. Ich erhielt einen braunen, klebrigen Körper. Es gelang nicht, mikroskopisch eine deutliche Krystallisation zu erkennen, nur einzelne Nädelchen zeigten sich, aber Aussehen und Geruch, sowie die durch Aether bedingte weisse Fällung erinnerten an den bei Albumin gefundenen Körper.

Leucin und Tyrosin liessen sich durchaus nicht nachweisen.

Vergleichen wir nun die Resultate und Methode vorliegender Arbeit mit den Ergebnissen der von Anderen ausgeführten Analysen.

Wie schon bei der Darstellung des Albumins, war auch hier die leitende Idee, die Anwendung jeder höheren Temperatur, jedes möglicherweise energischer wirkenden Fällungs- oder Reinigungsmittels zu vermeiden, ausserdem, den Reinigungsprocess auf die kürzeste Dauer zu beschränken, da ja bekanntlich Luft und Wärme auf Eiweisskörper, in flüssigem oder feuchtem Zustande sehr schnell einwirken.

Die bekannten Methoden laufen sämmtlich darauf hinaus, das Legumin namentlich von seinen anorganischen Begleitern zu befreien; hierbei liegt aber die Gefahr nahe, dass durch das Reinigungsmittel die Substanz selbst angegriffen wird und man so hier wieder einbüsst, was man dort zu bessern meint.

Dumas und Cahours[1]) digeriren die gepulverte Erbsenmasse 2 oder 3 Stunden lang mit lauwarmem Wasser, zerquetschen dann im Mörser und setzen kaltes Wasser zum Brei. Nach stündigem Stehenlassen wird durch Leinwand gepresst und zum Fällen der Stärke stehen gelassen. Aus der klaren Flüssigkeit wird mit verdünnter Essigsäure das Legumin gefällt. Der filtrirte Niederschlag soll sich nur langsam und nicht ohne Schwierigkeit auswaschen lassen. Die weitere Behandlung mit Alkohol und Aether bleibt dieselbe.

Die so erzielten Producte enthalten noch meist gegen 2 % Asche und kann es auch füglich nicht anders sein, denn die Löslichkeit des

1) Annales d. Chim. et Phys. [3] VI. 423.

Legumins in geringem Ueberschusse von Essigsäure, sowie die Unlöslichkeit der phosphorsauren Erden in zu wenig Essigsäure, lassen den Process nicht in der erstrebten Weise verlaufen, einestheils wird der Aschengehalt nur etwas herabgedrückt, anderntheils aber die Substanz der Einwirkung einer Säure ausgesetzt.

Bedenkt man, dass sich Legumin in geringem Ueberschuss von Essigsäure vollkommen und leicht wieder löst, und ferner, dass durch Essigsäure oder eine andere Säure gefälltes Legumin selbst nach fortgesetztem Waschen mit Wasser und Alkohol Lackmus stets röthet, wogegen frisch bereiteter wässriger Auszug aus Leguminosen vollkommen indifferent gegen Pflanzenfarben ist, so wird man darauf hingeführt, dass die Niederschläge des Legumins aus einer Verbindung von Legumin und Säure bestehen und die Lösung im Ueberschuss der Säure einfach auf der Bildung eines an Säure reicheren Salzes beruhe, eine Ansicht, die schon Braconnot[1]) aussprach.

Rochleder[2]) geht in seiner Reinigungsmethode noch weiter. Er fand, dass nach obiger Methode dargestelltes Legumin nicht rein sei. Er behandelt es daher nochmals mit concentrirter Kalilauge, worin es sich unter flockiger Abscheidung der fremden Substanzen leicht lösen soll. Er lässt zum klaren Absetzen längere Zeit stehen, behandelt die abgehobene Flüssigkeit mit Essigsäure, löst die Fällung abermals in Ammoniak, um schliesslich nochmals mit Essigsäure zu fällen. Von dieser Methode der Reinigung kann nun aber freilich nach den vorliegenden Untersuchungen nicht genug abgerathen werden; selbst wenn die Dauer der alkalischen Einwirkung nur eine kurze ist, muss sie doch nothwendigerweise Verluste an Stickstoff bedingen. Man vergleiche die oben mitgetheilte Analyse von Rochleder, die als das Mittel seiner Analysen von auf diese Art gereinigtem Legumin angeführt ist, mit meinen Resultaten.

Der Kohlenstoffgehalt beträgt um 3 % mehr, der Stickstoffgehalt dagegen volle 2 % weniger.

Die erste Destillation des Legumins mit concentrirter Kalilauge ergab 1.8 % Ammoniak, was auf aschen- und wasserfreie Substanz bezogen einen Verlust von 1.8 % Stickstoff ergibt, also beinahe genau das, was Rochleder zu wenig gefunden hat.

Selbstverständlich muss dann auch der Gehalt an Kohlenstoff höher ausfallen.

Löwenberg nimmt an, der kalte wässrige Auszug aus Erbsen sei

1) Ann. d. Chim. et Phys. XXXIV. 68.

2) Annalen der Chemie und Pharm

eine Mischung von Albumin und Legumin. Er behandelt das gefällte Gemenge mit Ammoniak, dessen Ueberschuss er durch Verdunsten austreibt und erhitzt dann unter Zusatz von Kochsalz zum Sieden, filtrirt, fällt im Filtrate durch Essigsäure, wäscht dann mit kaltem Wasser aus und behandelt schliesslich mit kochendem Alkohol und mit Aether.

Was vor allen Dingen das Vorhandensein eines Gemenges von Albumin und Legumin betrifft, so muss ich dies bei meiner Untersuchung leugnen.

Einestheils hätte ich im wässrigen Auszuge beim Erhitzen irgend welche Abscheidung erhalten müssen, dem war nicht so. Aber selbst zugegeben, dass durch die Gegenwart von Legumin vielleicht Albumin an der Fällung verhindert werde, so spricht doch eine andere Thatsache entschieden dagegen, nämlich das Verhalten der Asche.

Die Asche von Albumin enthält bedeutende Mengen von SO_3; ich fand stets zwischen 9 und 12 $^0/_0$.

In der Asche des nach meiner Methode dargestellten Legumins, war es mir nie möglich auch nur eine Spur von Schwefelsäure zu entdecken.

Ich habe mir zur genauern Untersuchung der Asche des Legumins gegen 2 grms. Asche dargestellt; SO_3 war jedoch nicht vorhanden.

Ich bediente mich stets ganz reifer Erbsen. Vielleicht hat Löwenberg mit jungen Erbsen operirt, wo ein Gehalt an Albumin eher denkbar.

Es scheint mir demnach die Löwenberg'sche Annahme an und für sich nicht stichhaltig.

Aber geradezu schädlich für das Legumin muss die Methode der Trennung erscheinen.

Löwenberg wendet dazu Ammoniak an, dessen Ueberschuss er durch Verdunsten austreibt, er bringt somit das Legumin längere Zeit mit einer stark alkalischen Flüssigkeit zusammen.

Nach den Erfahrungen mit Kali ist es jedenfalls nicht ungereimt, auch dem Ammoniak eine ähnliche Einwirkung zuzuschreiben. Wohl mag es paradox klingen, dass Ammoniak durch Ammoniak ausgetrieben werde, aber die Sache steht einfach so, dass hier eine Flüssigkeit von stark alkalischem Charakter auf eine leicht zersetzbare Substanz einwirkt. Auch bei der Einwirkung von Kali wissen wir ja nicht, ob nur Ammoniak als kohlensaures Ammoniak austritt, sondern das Ammoniak ist uns als der einzig fassbare und leicht bestimmbare Körper ein Maassstab dafür, dass Kali überhaupt zersetzend eingewirkt hat. Leider liegen von Löwenberg keine Stickstoffbestimmungen vor.

Löwenberg gibt selbst an, das nach seiner Methode gereinigte Legumin gebe, mit Wasser gekocht, einen kohlenstoffreicheren in Wasser

löslichen und einen kohlenstoffärmeren, in Wasser unlöslichen Körper. Löwenberg beweist somit selbst, dass sein gereinigtes Legumin kein Legumin, sondern ein Gemenge ist.

Diese 3 Methoden sind es, welche bislang in Uebung waren und die alle 3 nicht geeignet erschienen, wirklich zu erzielen, was sie bezwecken, das heisst, das Legumin frei von anorganischen Bestandtheilen und anderen vermutheten Begleitern, aber auch zugleich in unzersetzter Form zu erhalten.

Bei diesen sämmtlichen Methoden, und ähnliches gilt auch von Albumin und den meisten übrigen Eiweisskörpern, ist das Hauptaugenmerk darauf gerichtet, die anorganischen Bestandtheile fortzuschaffen, wobei die Substanz selber schädlichen Einflüssen ausgesetzt wird.

Es fragt sich nun, ob die steten anorganischen Begleiter wirklich nur so schlechthin als Verunreinigung anzusehen, oder ob sie nicht organisch mit einander verbunden sind, so, dass die Lostrennung dieser Bestandtheile auch den Zusammenhang des Restes wesentlich alterirt.

Der Mangel an genaueren und oft zu wiederholenden Analysen der Aschen von Eiweisskörpern ist, wie ich glaube, eine vor Allem auszufüllende Lücke.

Wenn ich bei meinen, ohne Anwendung von Säure, Alkalien oder höherer Temperatur dargestellten Eiweisskörpern, fortwährend constante Gehalte an Asche erhalte, z. B. bei Kartoffeleiweiss in 3 Versuchen 6.64 %, 6.63 % und 6.58 % Asche bekomme, bei Albumin 2.3 %, 2.2 % und 2.2 %, bei Legumin endlich 6.62 % und 6.78 %, so ist dies wohl kaum ein Zeichen blosser Verunreinigung.

Ich habe mich der oben angedeuteten Aufgabe unterzogen und werde die erzielten Resultate seiner Zeit mittheilen.

Schon der Umstand, dass die Asche stets einen bedeutenden Gehalt von phosphorsauren Erden aufweist, spricht dafür, dass diese in einem innigeren Zusammenhang mit der organischen Substanz stehen müssen, sonst könnten sie nicht ihre Unlöslichkeit in Wasser so vollständig einbüssen.

Nach wochenlanger Behandlung des Albumins mit Kalilauge erhielt ich aus der Flüssigkeit nach dem Neutralisiren mit SO_3 und Verdünnen mit Wasser einen flockigen, eiweissartigen Körper mit gegen 4 % Asche, die fast ausschliesslich aus phosphorsauren Erden bestand. Es spricht dies entschieden dafür, dass die phosphorsauren Erden der ursprünglichen Substanz sehr fest mit ihr verbunden waren, so dass sie selbst bei deren vollständiger Zersetzung nicht als solche herausfielen, sondern mit dem zersetzten Eiweisskörper vereinigt blieben.

So viel zur Rechtfertigung der von mir befolgten Methode zur Darstellung von Legumin.

Schliesslich muss ich noch eine andere Frage berühren, zu deren Beantwortung vorliegende Untersuchungen Material liefern. Es handelt sich nämlich um den Zusammenhang zwischen Albumin und Legumin.

Für Albumin wurde von mir die Formel $C_{148} H_{124} N_{17} S_2 O_{46} + 4 HO$ aufgestellt, für Legumin ergibt sich: $C_{148} H_{129} N_{20} SO_{50} + 6 HO$. Die Annahme der Physiologen, dass das Legumin sich allmählich aus dem Albumin bilde, lässt sich leicht aus diesen Formeln entwickeln. Vergleicht man dieselben, so sieht man, dass der Uebergang nur durch Aufnahme von Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, sowie durch Abgabe von Schwefel möglich ist.

Stickstoff und Sauerstoff sind wahrscheinlich in der Form von Ammoniak und Wasser aufgenommen worden; zugleich gewinnen die vier Aequivalente chemisch gebundenes Wasser des Albumins ihre Bedeutung, sie treten in innigere Verbindung mit der Substanz und werden ferner 3 Aequivalente Ammoniak gebunden.

Albumin	C_{148}	H_{124}	N_{17}	S_2	O_{46}
+ 4 HO		H_4			O_4
+ 3 Ammoniak		H_9	N_3		
— Schwefel				— S	
geben:	C_{148}	H_{137}	N_{20}	S	O_{50}

Man sieht, die Formel für Albumin geht in die des Legumin über; die Differenz im Wasserstoff liegt innerhalb der Grenze der Versuchsfehler.

$$C_{148} H_{129} N_{20} SO_{50} = 7.53\ \%\ H.$$
$$C_{148} H_{137} N_{20} SO_{50} = 7.95\ \%\ H.$$

Nimmt das Albumin nach unserer Annahme wirklich 3 Aequival. Ammoniak auf, um in Legumin überzugehen, so werden sich diese 3 Aeq. H_3N bei der Einwirkung von Kali auf Legumin vielleicht auch leichter wieder lostrennen lassen.

Die Einwirkung des Kali auf Legumin liegt vor und lassen sich dabei zwei Momente des Processes unterscheiden, das erste Moment, wo Ammoniak als directes Zersetzungsproduct auftritt und das später folgende, wahrscheinlich mit weiteren Zersetzungen verbundene.

Wirft man einen Blick auf die oben übersichtlich zusammengestellten Resultate der Einwirkung von Kali, so sind es die vier ersten Versuche, die dem ersten Momente entsprechen; es ergaben sich darnach

I.	II.
2.435 % H_3N.	2.441 % H_3N.

auf aschen- und wasserfreie Substanz berechnet gibt dies 3.02 % und 2.65 %, also im Mittel 2.83 % Ammoniak.

Berechnet man aus der Formel C_{148} H_{129} N_{20} SO_{50} den Procentgehalt von 3 Aequiv. Ammoniak, so entspricht dieser 2.96 %.

Wie man sieht, spricht der directe Versuch in dieser Richtung genau für meine Annahme.

Gestützt auf das vorliegend Mitgetheilte glaube ich mich berechtigt die Bildungsweise des Legumin aus Albumin dahin zu erklären, sie erfolge unter Abgabe eines Aequivalentes Schwefel und unter Aufnahme von 4 Aeq. Wasser, welch' letztere als Begleiter des Albumins von mir schon erwiesen wurden, sowie unter weiterer Bindung von 3 Aequivalenten Ammoniak.

Ueber einen neuen, dem Tyrosin und Leucin ähnlichen Körper.

Von

Dr. R. Theile,

Assistent am landwirthschaftlichen Institut zu Jena.

Mit 3 Figuren in Holzschnitt.

Vor geraumer Zeit theilte ich in dieser Zeitschrift[1]) die Resultate von Arbeiten mit, welche bezweckten, die Zersetzungsproducte des Eiweisses durch einen Ueberschuss von Kali genauer zu studiren.

Wie betreffenden Orts genauer einzusehen, fand ich damals ausser einigen nicht weiter untersuchten flüchtigen Körpern als Hauptrepräsentanten der Zersetzung zwei syrupartige, schwerkrystallisirbare braunrothe Körper, einen eiweissartigen, noch schwefelhaltigen unkrystallisirbaren elastischen Körper, sowie Leucin und Tyrosin.

Auch weiterhin beschäftigte ich mich mit der Lösung dieser Frage und da hierbei absichtlich kleine Modificationen des ursprünglichen Verfahrens stattfanden, gelangte ich zu Resultaten, welche, wenn auch im Ganzen von den ursprünglich erzielten nicht abweichend, doch manches Neue boten.

Vorläufig eine dieser neuen Thatsachen mitzutheilen ist der Zweck vorliegender Arbeit.

Bei meinen ersten Untersuchungen wurde Vitellin mit der doppelten Menge Kali vier Wochen lang unter öfterem Umschütteln in Berührung gelassen und hierauf die braunrothe klare Flüssigkeit filtrirt.

Es bleiben nur geringe Mengen ungelöster Substanz zurück, die sich grösstentheils als phosphorsaure Erden erweisen.

Bei zwei so ausgeführten Versuchen wurden je 40 grms. Vitellin mit 80 grms. Aetzkali behandelt.

---

1) Band III. Seite 166.

Ein dritter, zu demselben Zwecke wiederholter Versuch wurde mit 154 grms. Vitellin und 100 grms. Aetzkali ausgeführt.

War daher das Verhältniss des Vitellins zu Kali früher wie 2 zu 1, so war es nun wie 3 zu 2; die Substanz wurde demnach einer 3mal schwächeren Einwirkung ausgesetzt, auch wurde der Versuch nicht auf 4 Wochen ausgedehnt, sondern schon nach 14 Tagen zur Untersuchung geschritten.

Beim Abfiltriren der alkalischen Lösung war diesmal der Rückstand weit beträchtlicher; er bestand wiederum zum Theil aus phosphorsauren Erden, ferner aber aus einem blendend weissen, schon auf dem Filter für das blosse Auge sich als krystallinisch erweisenden Körper.

Meine erste, naheliegende Vermuthung war, dass hier wahrscheinlich Leucin oder Tyrosin vorläge.

Die Masse wurde mit absolutem Alkohol unter Erwärmen behandelt, wobei der fragliche Körper leicht in Lösung überging, beim Erkalten aber theilweise wieder herausfiel.

Unter dem Mikroskop zeigte der Körper eine vollkommen wasserhelle, überaus schöne, aus sichelförmigen Nadeln arabeskenartig zusammengesetzte Krystallisation.

Durch abermaliges Umkrystallisiren des Körpers aus heissem Alkohol erhielt ich eine zur weiteren Untersuchung dienende, blendend weisse, im Aeusseren von Tyrosin und Leucin nicht zu unterscheidende Masse.

Die damit angestellte nähere Untersuchung lieferte folgende Resultate:

Auf Platinblech vorsichtig erhitzt, schmolz der Körper zu einer rothbraunen Flüssigkeit und verbrannte mit dem den stickstoffhaltigen Körpern eigenthümlichen Geruch ohne Hinterlassung eines Rückstandes.

1) 0.0850 grms. Substanz mit Natronkalk verbrannt gaben:

$$0.00717 \text{ grms. } N = 8.44\,\%.$$

2) 0.121 grms. Substanz gaben bei analoger Behandlung

$$0.0098 \text{ grms. } N = 8.18\,\%.$$

3) 0.1835 grms. Substanz mit Kupferoxyd und vorgelegtem metallischen Kupfer verbrannt gaben:

$$0.187 \text{ grms. } CO_2 = 0.0510 \text{ grms. } C = 36.82\,\%\,C.$$
$$0.125 \text{ » } HO = 0.01388 \text{ » } H = 10.02\,\%\,H.$$

4) 0.146 grms. Substanz ebenso behandelt:

$$0.199 \text{ grms. } CO_2 = 0.05427 \text{ grms. } C = 37.17\,\%\,C.$$

Daraus berechnet sich die Formel

$$C_{10}\,H_{16}\,NO_9.$$

			Berechnet:	Gefunden:	
10 Aeq.	Kohlenstoff	60	37.03 %.	36.82 %.	37.17.
16 »	Wasserstoff	16	9.87 »	10.02 »	—
1 »	Stickstoff	14	8.65 »	8.44 »	8.12.
9 »	Sauerstoff	72	44.45 »	—	—
1 Aeq.		162	100.00 %.		

Schon vor der genaueren Untersuchung glaubte ich, der Körper sei vielleicht Butalanin, ein dem Leucin homologer und von Gorup-Besanez [1]) in der Bauchspeicheldrüse des Ochsen gefundener und von ihm näher untersuchter Stoff. Ich gelangte jedoch durch näheres Studium zu der Ueberzeugung, dass hier kein Butalanin vorliege.

Gorup-Besanez gibt dem Butalanin die Formel $C_{10}\ H_{11}\ NO_4$.

Schreibt man die Formel des von mir untersuchten Körpers $C_{10}\ H_{11}\ NO_4 + 5\ HO$, so war es denkbar, dass mit Wasser inniger verbundenes Butalanin vorläge, weshalb der Rest meiner Substanz wieder anhaltend bei 120 ° C. getrocknet und nochmals der Analyse unterworfen wurde.

0.195 grms. Substanz gaben mit Natronkalk geglüht:

0.01794 grms. N = 9.2 %.

0.1205 grms. Substanz mit Kupferoxyd und metallischem Kupfer verbrannt gaben:

0.177 grms. CO_2 = 0.04827 grms. C = 40.05 %.
0.111 » HO = 0.01233 » H = 10.23 %.

$C_{10}\ H_{15}\ NO_8$

	Berechnet:	Gefunden:
C_{10}	39.2	40.05.
H_{15}	9.8	10.23.
N	9.15	9.20.

Die Zahl des Kohlenstoffes ist zu hoch, jedoch sieht man, dass nur 1 Aequivalent Wasser durch das Trocknen bei 120 ° ausgetrieben worden war, weshalb die Formel $C_{10}\ H_{15}\ NO_8 + HO$ gegeben werden muss.

In kaltem Wasser löst sich der Körper nur schwierig, leichter in heissem, aus dem er beim Erkalten theilweise wieder herausfällt.

Leucin löst sich leicht in Wasser, Butalanin und Tyrosin schwierig.

Im absoluten Alkohol ist der Körper leicht löslich, noch leichter, wenn dabei Erwärmung stattfindet.

Leucin ist in kochendem Alkohol schwer löslich, Butalanin noch schwieriger, Tyrosin unlöslich.

In Aether löst sich der Körper vollständig, namentlich beim Erwärmen.

---

1) Annalen d. Chem. Band 98. Seite 15.

Leucin und Tyrosin sind in Aether vollkommen unlöslich, ebenso Butalanin.

Charakteristisch ist vor Allem die Krystallisation.

Fig. I. zeigt den aus wässriger Lösung krystallisirten Körper. Die Krystallisation bildet ein zusammenhängendes Netz von wasserklaren, arabeskenartigen Verschlingungen.

Fig. II. gibt einen Theil dieser Krystallisation etwas vergrössert.

Die Krystallisation aus ätherischer Lösung ist zarter und feiner, sie besteht aus einem regellos ausgebreiteten Netze mondsichelförmig gekrümmter Nädelchen, die oft farrenkrautartig zusammengefügt sind, doch auch der Typus von Fig. II. ist vorhanden.

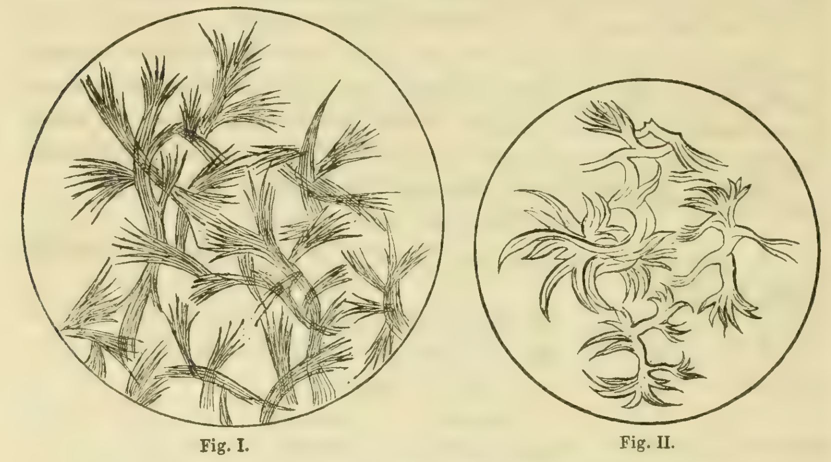


Fig. I. Fig. II.

Fig. III.

Fig. III. zeigt eine Krystallisationsform, wie sie öfters aus alkoholischer Lösung erhalten wurde. Sie trägt genau das Gepräge eines maschenförmigen Gebildes.

Die vorgeführten Krystallisationen erhielt ich jedesmal ohne Mühe schön und klar, nur muss mit verdünnten Lösungen operirt werden. Sie weichen vollkommen von denen des Leucin und Tyrosin ab, niemals zeigte sich auch nur eine Spur jener meist kugeligen oder büschelförmigen Gebilde.

Von Butalanin liegt keine Abbildung vor. Gorup-Besanez schildert die aus kochendem Alkohol erzielte Krystallisation als aus breiten rhombischen Tafeln und Prismen bestehend, meist sternförmig gruppirt.

Die wässrige Lösung krystallisirt in farrnkrautähnlichen, zuweilen auch in garbenförmig gruppirten feinen Nadeln.

Leucin und Tyrosin stimmen darin mit dem neuen Körper überein, dass sich alle 3 bei geringer Menge durch ausserordentliches Volum auszeichnen. Man hat dies bei der Darstellung mikroskopischer Objecte zu beherzigen.

Beim vorsichtigen Erwärmen schmilzt der Körper erst zu einer rothbraunen Flüssigkeit und sublimirt dann in weissen Flocken. Der Versuch wurde in einer beiderseits offenen Röhre angestellt. Erst bei einer Temperatur von 190 °C. fing die rothbraune Flüssigkeit an, Nebel zu bilden, dichte weisse Nebel lagerten sich unmittelbar neben der erwärmten Stelle ab und konnten bei vorsichtigem Erwärmen der ganzen Röhre entlang getrieben werden. Diese Dämpfe reagirten nicht alkalisch.

Bei Leucin tritt kein Schmelzen ein, sondern schon bei 170 ° eine directe Sublimation. Tyrosin schmilzt, ohne zu sublimiren, Butalanin schmilzt und sublimirt hierauf in gelben Flocken, wobei deutlich alkalische Reaction auftritt.

Verdampft man den Körper auf dem Platinblech vorsichtig mit einem Tropfen Salpetersäure, so wird die Masse intensiv citrongelb.

Leucin bleibt dabei ungefärbt, Tyrosin dagegen gibt ebenfalls eine gelbe Verbindung.

Bei nachheriger Behandlung der gelben Verbindung mit einen Tropfen Natronlauge tritt eine intensiv braunrothe Färbung ein, gerade wie bei Tyrosin.

Mit einer wässrigen Lösung des Körpers wurden folgende Reactionen angestellt:

Ammoniak bewirkte keine Fällung, die damit versetzte Flüssigkeit zeigte die Krystallisation des ursprünglichen Körpers.

Natron bewirkte keine Fällung, doch zeigte sich unter dem Mikroskope eine von der des reinen Körpers abweichende Krystallisation. Zur Controle liess ich das angewandte Natron, sowie kohlensaures Natron für sich krystallisiren und überzeugte mich, dass die Krystallisation durch diese allein nicht bedingt sein konnte. Es dürfte demnach eine Natronverbindung vorgelegen haben.

Die Verbindung war in Wasser sehr leicht löslich, was der Körper an und für sich bekanntlich nicht ist.

Barythydrat bewirkte keine Fällung.

Die mit Salzsäure versetzte wässrige Lösung krystallisirte in schönen verfilzten Nadeln, nach längerem Auswaschen mit Aether, um alle überschüssige Salzsäure zu entfernen, trat bei Zugabe von salpetersaurem Silberoxyd eine deutliche Reaction auf Chlor ein, so dass jedenfalls eine Verbindung des Körpers mit Chlorwasserstoffsäure vorlag.

Dieselbe Verbindung existirt bekanntlich auch von Leucin. Ein Theil der wässrigen Lösung wurde mit Salpetersäure im Wasserbade

verdampft. Die Krystallisation erwies sich theilweise als die des reinen Körpers, theilweise traten gerade Nadeln auf, es zeigten sich aber auch an vielen Stellen citronengelbe Partieen, die aus keulenförmig zusammengesetzten Massen kleiner gerader Nädelchen bestanden.

Dieser gelbe Körper dürfte wohl auf eine dem Nitrotyrosin entsprechende Verbindung hinweisen.

Platinchlorid bewirkte auch nach längerem Stehen keine Fällung.

Essigsaures Kupferoxyd bedingte weder eine Fällung noch eine Färbung; unter dem Mikroskope liessen sich die Krystalle des ursprünglichen reinen Körpers und die des essigsauren Kupferoxydes genau erkennen und trennen.

Quecksilberchlorid gab auch nach Zugabe von Aether keine Fällung. Leucin verhält sich ebenso.

Salpetersaures Quecksilberoxyd bewirkte eine starke, weisse, flockige Fällung, die überstehende Flüssigkeit zeigte eine deutliche rosenrothe Färbung.

Leucin wird dadurch weder gefärbt noch gefällt.

Bei Tyrosin tritt eine rothe Fällung ein und auch die überstehende Flüssigkeit zeigt eine intensive Färbung.

Phosphor-Molybdänsäure, Iodkalium, salpetersaures Quecksilberoxydul sowie schwefelsaures Zinkoxyd bewirkten weder in der Kälte noch in der Wärme eine Fällung.

Soweit in Kürze, was ich von dem neuen Körper ermittelt habe.

Im Folgenden stelle ich die hauptsächlichsten Reactionen und Eigenschaften parallel mit Leucin, Tyrosin und Butalanin zusammen, es wird dadurch das Verschiedene und Gemeinsame dieser 4 Körper am besten und deutlichsten charakterisirt.

Bei Butalanin konnte selbstverständlich nur das bis jetzt über dasselbe Bekannte mit aufgenommen werden.

	Leucin	Tyrosin	Butalanin	Neuer Körper
Löslichkeit in Wasser	Leicht löslich	Schwer löslich	Schwer löslich	Schwer löslich
Löslichkeit in Alkohol	Schwer löslich	Unlöslich	Sehr schwer löslich	Leicht löslich
» » Aether	Unlöslich	»	Unlöslich	» »
Verhalten bei höherer Temperatur	Bei 170° sublimirbar ohne zu schmelzen	Schmilzt ohne zu sublimiren	Schmilzt und sublimirt dann in gelb. Flocken	Unter 190° schmelzbar, bei 190° in weissen Flocken sublimirbar
Auf Platinblech mit Salpetersäure behandelt:	Farblose Masse	Gelbe Masse	—	Gelbe Masse
Nach Zugabe von Natron	Bleibt farblos	Braunrothe Masse	—	Braunrothe Masse
Salpetersaures Quecksilberoxyd bewirkt:	Keine Fällung, Flüssigkeit Bleibt ungefärbt	Rothe flockige Fällung Flüssigkeit stark rosa gefärbt	—	Weisse flockige Fällung, Schwach rosa gefärbte Flüssigkeit.

Bopp[1]) erwähnt in seinen Untersuchungen »Ueber Albumin, Caseïn und Fibrin«, dass er beim Schmelzen des Albumin mit Aetzkali neben Leucin und Tyrosin noch einen dritten Körper in sehr geringen Mengen gefunden habe, der im äussern Ansehen dem Tyrosin, in einigen Eigenschaften dem Leucin gleiche. Die erhaltene Menge war so gering, dass es bloss möglich war zum Zweck seiner Wiederauffindung seine äusseren Eigenschaften kennen zu lernen.

Bopp charakterisirt diesen Körper kurz wie folgt:

1) Sublimirbar und hierbei baumwollenartige Flocken bildend ohne Hinterlassung eines Rückstandes.
2) Schwer löslich in Wasser.
3) Leichtlöslich in absolutem Alkohol.
4) Nadeln, die keinen besonderen Glanz haben und sich beim Auskrystallisiren aus absolutem Alkohol gerade so durch das ausserordentliche Volum bei geringer Menge auszeichnen, wie das Tyrosin beim Auskrystallisiren aus Wasser.

Die Eigenschaften stimmen soweit mit denjenigen unsers Körpers überein.

In einem Harne, der aus dem hiesigen Krankenhause zur Untersuchung auf Leucin und Tyrosin eingeschickt worden war, fand ich den einen Tag Leucin, die beiden folgenden Tage aber zeigte sich weder Leucin noch Tyrosin, wohl aber ganz deutlich die Krystallisation des fraglichen Körpers.

Der Kranke litt an einer allmählichen Zersetzung der Muskeln. Es scheint also dieser Körper auch wie Leucin, Tyrosin und Butalanin im Urin aufzutreten.

Frerichs und Städeler[2]) haben einmal im Harne neben dem Tyrosin einen dem letzteren sehr ähnlichen und wie sie aus einer Stickstoffbestimmung schliessen, ihm wahrscheinlich homologen Körper gefunden; der Stickstoffgehalt betrug nach ihren Angaben 8.83 %. Die hier gefundene Formel $C_{10}H_{15}NO_4 + HO$ entspricht einem Gehalt von 8.64 % Stickstoff.

Frerichs und Städeler theilen nichts Näheres über ihre Nachweisung mit, die Vermuthung liegt aber nahe, dass der gleiche Körper vorgelegen habe.

---

1) Annalen der Ch. u. Ph. LXIX. S. 28 u. 29.

2) Frerichs, Deutsche Klinik 1855. Nr. 31. p. 343.

Untersuchung über sauerstoffreiche Kohlenstoffsäuren.

Von

A. Geuther.

Schon seit längerer Zeit habe ich die Einwirkung der Salzsäure in höherer Temperatur auf verschiedene Kohlenstoffsäuren, namentlich solche, in denen sich eine grössere Anzahl von CO^2 Gruppen vermuthen lässt, studiren lassen in der Erwartung, es würde dadurch ein Theil dieser Gruppen einfach abgetrennt, ein anderer unter gleichzeitiger Wasserzersetzung und Bildung eines Reductionsproductes als Kohlensäure entfernt und so neue Anhaltspuncte für die Constitution dieser Säuren gewonnen werden können. Ich habe dabei die Bildung chlorhaltiger Säuren, analog der Bildung bromhaltiger Säuren, welche von Kekulé [1]) bei der Einwirkung von Bromwasserstoffsäure beobachtet worden ist, wenn auch nicht für unmöglich, doch als in den meisten Fällen nicht eintretend erachtet und zwar einmal, da schon Iodwasserstoffsäure und Bromwasserstoffsäure sich in ihrer Wirkung wesentlich unterscheiden, welche letztere offenbar von der geringeren oder grösseren Festigkeit mit der der Wasserstoff in ihnen gebunden ist, abhängt, sodann aber, weil bei der höheren Temperatur, welche zur Einwirkung der Chlorwasserstoffsäure erforderlich ist, manche der möglicherweise entstehen könnenden chlorhaltigen Säuren unter den vorhandenen Umständen nicht mehr bestehen, also auch nicht entstehen können. So z. B. beginnt die Einwirkung der Salzsäure auf Glycolsäure erst bei 150°, bei dieser Temperatur wird aber Monochloressigsäure durch Wasser schon vollständig in Glycolsäure und Salzsäure zerlegt.

Die Versuche haben bereits ergeben, dass ohne Bildung chlorhaltiger Producte zersetzt werden die Weinsäure, Traubensäure und Citronensäure. Die ersteren beiden liefern Pyroweinsäure, die letztere eine neue Reihe von Säuren, welche sich von 2 Mgte.

---

1) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 130. p. 16. u. s. w

Citronensäure resp. Aconitsäure — denn in diese geht die Citronensäure zunächst über — ableiten. Zwei von ihnen, welchen die Zusammensetzung $C^{10}H^{12}O^{18}$ und $C^{9}H^{10}O^{12}$ zukommt, sind bereits näher untersucht. Unter Bildung chlorhaltiger Producte werden zersetzt die Aepfelsäure und Chinasäure. Erstere, welche zunächst in Fumarsäure übergeht, liefert bei höherer Temperatur — bei 160° bleibt der grösste Theil der Fumarsäure noch unverändert — eine in Wasser leicht lösliche chlorhaltige Säure, letztere liefert ausser Hydrochinon und zwei braunen harzartigen Substanzen ein chlorhaltiges Oel, das seiner Zusammensetzung nach als ein Abkömmling der Carbolsäure angesehen werden könnte.

Mit dem Folgenden beginnt die Mittheilung dieser Versuche und Resultate.

I. Abhandlung.

Ueber die Einwirkung concentrirter Chlorwasserstoffsäure auf Weinsäure und Traubensäure in höherer Temperatur.

Von

Dr. H. Riemann.

1. Weinsäure.

Gepulverte, käufliche Weinsäure wurde mit dem dreifachen Volumen reiner concentrirter Salzsäure in Röhren eingeschlossen und im Oelbad von 120°C. an erhitzt. Nach je zehnstündiger Einwirkung wurde das Oelbad erkalten gelassen und die Röhren geöffnet. Nach abermaligem Verschluss wurden sie während der gleichen Zeit von Neuem um 5° höher erhitzt und so fortgefahren. Beim Oeffnen der Röhren zeigte sich je nach den Temperaturen, denen sie ausgesetzt waren, eine mehr oder minder starke Gasentwickelung, welche nach dem Erhitzen bei 145° so stark war, dass beim Oeffnen des Rohrs nur mit der grössten Vorsicht das Herausschleudern des Inhalts vermieden werden konnte. Bei 125° beginnt die Zersetzung, von 145° an nimmt der Druck in den Röhren wieder ab und ist erst bei 180° gleich Null.

Die Gase wurden nach jedesmaligem Oeffnen der Röhren untersucht. Sie erwiesen sich als ein Gemisch von Kohlensäure und Kohlenoxyd. Kohlensäure war stets im Ueberschuss. Nach beendigter Ein-

wirkung wurde der stark gebräunte und eine kohlige Materie führende Röhreninhalt zur Trockne im Wasserbad gebracht und die wässrige Lösung des Rückstands mit Thierkohle entfärbt. Die entfärbte und eingedunstete Flüssigkeit ergab nach längerem Stehen über Schwefelsäure kleine farblose Krystalle. Dieselben lösten sich sehr leicht in Wasser, auch in Weingeist und Aether. Ihre wässrige Lösung reagirte stark sauer und fällte weder Kalksalze, noch Kalkwasser. Der Schmelzpunct lag bei 111°. Die lufttrockne Säure verlor kein Wasser über Schwefelsäure.

0,2331 grm. geschmolzene Säure ergaben 0,3873 grm. Kohlensäure und 0,1313 grm. Wasser, aus welchen Resultaten sich die Formel $C^5 H^8 O^8$ ableitet

	ber.	gef.
$C^5 = 60$	45,4	45,3
$H^8 = 8$	6,1	6,2
$O^8 = 64$	48,5	
132	100,0	

Die erhaltenen Krystalle besitzen demnach die Zusammensetzung und den Schmelzpunct der Pyroweinsäure. Ihre Identität damit wird durch die daraus erhaltenen Salze erwiesen, welche mit denen von Arppe [1]) dargestellten übereinstimmen. Ich habe mir zur besseren Vergleichung der Salze die gleichen aus Pyroweinsäure, welche durch trockne Destillation erhalten war, dargestellt. Die Darstellung dieser Säure anlangend erwähne ich, dass man eine grössere Ausbeute erhält, wenn man die mit Bimsstein gemischte Weinsäure aus dem Oelbad bei 200—210° langsam destillirt, als wenn man die Destillation über freiem Feuer ausführt. Ich erhielt an Pyroweinsäure 10% der angewandten Weinsäure (während Arppe nur 7% erhielt) und fast gar keine Brenztraubensäure.

Saures Ammoniaksalz.

Von zwei gleich grossen Mengen Säure wurde die eine in Wasser gelöst, mit Ammoniakflüssigkeit genau neutralisirt und der Lösung die andere Hälfte zugefügt. Das Salz kam beim Verdunsten in schönen, blättrigen, farblosen Krystallen. Sie verwittern nicht an der Luft und verlieren weder über Schwefelsäure noch beim Trocknen bei 100° Wasser. Ueber 130° erhitzt scheint die Zersetzung zu beginnen.

Das Salz ist also wasserfrei wie das pyroweinsaure Salz.

---

1) A. E. Arppe, De acido pyrotartarico. Specimen academicum. Helsingforsiae 1847.

Neutrales Barytsalz.

Die wässrige Lösung der Säure wurde durch längeres Kochen mit kohlensaurem Baryt neutralisirt und die filtrirte Lösung zur Krystallisation hingestellt.

Das Salz krystallisirte in kleinen körnigen, glänzenden Krystallen, welche sich leicht in Wasser, nicht in Alkohol lösten.

0,6520 grm. lufttrockne Krystalle verloren nach längerem Stehen über Schwefelsäure 0,0309 grm. und bis 160° erhitzt 0,0506 grm. = 12,2% Wasser. Darüber hinaus bis 200° erwärmt fand kein Gewichtsverlust mehr statt. Sie hinterliessen nach dem Glühen 0,4165 grm. BaO, CO^2 entspr. 0,3235 grm. BaO = 49,6%.

	berechn.	gef.
BaO	50,5	49,6
HO	11,9	12,2

Es entsprechen diese Zahlen der Zusammensetzung

$$2\,BaO,\ C^5H^6O^6 + 4\,HO,$$

welche auch Arppe gefunden hat.

Saures Barytsalz.

Von 2 gleichen Mengen Säure wurde die eine in Wasser gelöst, mit kohlensaurem Baryt neutralisirt und der filtrirten Lösung die andere Portion zugefügt. Das Salz krystallisirt aus der bei gelinder Wärme ziemlich weit abgedampften Lösung in warzenförmig gruppirten Kryställchen. Wegen der ganz gleichen Gestalt dieser Krystalle mit den von Arppe erhaltenen habe ich nur eine Barytbestimmung ausgeführt.

0,4515 grm. lufttrocknen Salzes gaben
0,2123 » BaO, CO^2, entsprechend
0,1648 » BaO = 36,5%.

	berechn.	gef.
BaO =	35,14	36,5.

Die von den Krystallwarzen abgegossene Flüssigkeit gab beim weiteren Abdunsten über Schwefelsäure krystallinische Krusten, deren Analyse folgende Zahlen lieferte:

0,1462 grm. lufttrocknes Salz verloren bei 105° 0,0137 grm. und bei 125° noch 0,0047 grm., zusammen 0,0184 grm. = 12,6% Wasser.

Nach dem Glühen hinterblieb 0,0630 grm. BaO, CO^2 entspr. 0,0497 grm. BaO = 33,4%.

Danach enthält dieses Salz 3 Mgte. Krystallwasser.

	ber.	gef.
HO	11,9	12,6
BaO	33,8	34,0

Bei einer anderen Darstellung erhielt ich dadurch, dass ich die noch ziemlich verdünnte Salzlösung ohne Anwendung von Wärme, sondern nur über Schwefelsäure eindunsten liess, die Krystallwarzen gar nicht, sondern nur krystallinische Krusten, deren Analyse folgendes Resultat ergab:

I. 0,3115 grm. lufttr. Substanz verloren bei 105° 0,0455 grm. Wasser, bei weiterem Erhitzen nichts mehr. Sie lieferten 0,1531 grm. BaO, SO^3 entspr. 0,1005 grm. BaO = 32,3 %.

II. 0,1840 grm. lufttr. Salz gaben beim Glühen 0,0778 grm. BaO, CO^2 entspr. 0,0602 grm. BaO = 32,7 %.

Es entspricht dies der Zusammensetzung

$$BaO, C^5H^7O^7 + 4HO.$$

	berechn.	gef. I.	gef. II.
BaO	32,5	32,3	32,7
HO	15,3	14,6	

Demnach existiren also ausser dem von Arppe erhaltenen Barytsalz mit 2 Mgtn. Krystallwasser noch solche mit 3 und 4 Mgtn. Wasser. Ihre Bildung hängt wahrscheinlich ab von der Temperatur und von der Concentration der Lösung.

Neutrales Bleisalz.

Es wurde durch Umsetzung äquivalenter Mengen des neutralen Natronsalzes mit neutralem essigsaurem Bleioxyd dargestellt. 3 bis 4 Stunden nach dem Mischen der beiden Salzlösungen war das Salz in farblosen glänzenden Nadeln abgeschieden, genau wie das pyroweinsaure Bleioxyd von Arppe. Die Krystalle lösen sich in heissem Wasser und scheiden sich beim Erkalten als solche wieder aus. Weingeist fällt aus ihrer Lösung, das Salz amorph.

I. 0,7572 grm. lufttrocknes krystallisirtes Salz verloren beim Erhitzen auf 140—145° 0,0733 grm. = 9,7 % Wasser und gaben 0,6091 grm. PbO, SO^3 entspr. 0,4482 grm. PbO = 59,2 %.

II. 1,1576 grm. des durch Weingeist gefällten lufttrocknen Salzes gaben 0,9440 grm. PbO, SO^3 entspr. 0,6947 grm. PbO = 60,0 %.

	berechn.	gef. I.	gef. II.
PbO	60,0	59,2	60,0
HO	9,6	9,7	—

Es hat demnach das Salz auch die gleiche Zusammensetzung wie das von Arppe untersuchte, nämlich

$$2PbO, C^5H^6O^6 + 4aq.$$

II. Traubensäure.

Die Veränderung, welche die Traubensäure erleidet ist der, welche bei der Weinsäure beobachtet wurde, gleich, nur beginnt die Zersetzung erst bei höherer Temperatur, nämlich 130°, und ist früher, schon bei 160°, beendet. Die stärkste Zersetzung findet auch hier zwischen 140 bis 150°C. statt. Die entwickelten Gase waren auch hier Kohlensäure und Kohlenoxyd. Nach dem Erhitzen auf 160° wurden die Röhren entleert, da die Reaction beendet war und der Inhalt wie oben angegeben behandelt. Es wurden farblose Krystalle erhalten von gleichem Aussehen wie bei der Weinsäure. Ihr Schmelzpunct lag bei 111—112°.

0,2447 grm. geschmolzener Säure geben bei der Verbrennung 0,4011 grm. Kohlensäure, entspr. 0,1094 grm. Kohlenstoff = 44,9% und 0,1349 grm. Wasser, entsprechend 0,01499 grm. Wasserstoff = 6,1%.

Das entspricht der Zusammensetzung der Pyroweinsäure, mit welcher die Krystalle auch in ihren sonstigen Eigenschaften übereinstimmten.

		berechn.	gef.
C^5	= 60	45,4	44,9
H^8	= 8	6,1	6,1
O^8	= 64	48,5	—
	132	100,0	

Die Bildung der Pyroweinsäure aus Weinsäure und Traubensäure durch Einwirkung von Salzsäure scheint der durch trockne Destillation analog zu sein [1].

Nach Völkel [2] erleidet die Weinsäure bei der trocknen Destillation zwei von einander unabhängige Zersetzungen

$$C^4H^4O^{10} = C^2H^4O^4 + CO^4 + CO^2$$

und

$$C^4H^4O^{10} = C^3H^4O^6 + CO^4$$
$$2(C^3H^4O^6) = C^5H^8O^8 + CO^4$$

Die erstere Zersetzung scheint bei der Einwirkung von Salzsäure auf Weinsäure nicht stattzufinden, wenigstens konnte ich keine Essigsäure beobachten, hingegen wird die Bildung der Pyroweinsäure wohl nach der zweiten und dritten Formel vor sich gehen. Es gelang mir

1) Diese Analogie hat Gräbe (Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 139 p. 134) auch für die Salicylsäure, Oxybenzoësäure, Paraoxybenzoësäure und Carbohydrochinonsäure beobachtet.

2) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 89. S. 57.

indess nicht, das Zwischenglied, die Brenztraubensäure zu isoliren. Ich unterbrach einmal die Einwirkung schon bei 140°, da es wahrscheinlich schien, dass bei dieser Temperatur die Brenztraubensäure noch nicht zersetzt sei, dasselbe vielmehr erst zwischen 140—145° geschehe, als der Temperatur, bei welcher die grösste Kohlensäureentwickelung beobachtet worden war. Nach dem Abdampfen des Röhreninhalts erhielt ich aber auch da einen Krystallbrei, der fast nur aus Brenzweinsäure und unzersetzter Weinsäure bestand.

Die bei längerem Stehen über Schwefelsäure noch vorhandene geringe Menge einer nicht krystallisirenden, syrupförmigen Substanz, welche den Brei durchtränkte, kann wohl Brenztraubensäure gewesen sein. Ihre Menge war aber so unbedeutend, dass eine Trennung und weitere Untersuchung nicht möglich war.

Das Auftreten von Kohlenoxyd neben Kohlensäure ist wohl durch eine secundäre Wirkung bedingt, welche auch die Ursache der Entstehung der kohligen Materie sein kann.

Von chlorhaltigen Producten hat sich nirgends etwas wahrnehmen lassen. Die Einwirkung der Chlorwasserstoffsäure verläuft also anders, wie die der Bromwasserstoffsäure[1].

Jena, im März 1868.

[1] Vergl. Kekulé. Annal d. Chem. u. Pharm. Bd. 130. p. 30.

Ueber Reizung der Muskelfaser durch den constanten Strom.

Von

Dr. Th. W. Engelmann
in Utrecht.

Ein Versuch am Froschsartorius, den ich zur Entscheidung der Frage nach dem Ort der Reizung in der Muskelfaser bei Schliessung und Oeffnung eines constanten Stromes, im vorigen Jahr anstellte und in dieser Zeitschrift[1]) publicirte, hat AEBY veranlasst, eine längere Untersuchung über denselben Gegenstand vorzunehmen. Die Resultate seiner Untersuchung sind im Archiv für Anatomie und Physiologie von 1867. p. 688 flg. mitgetheilt. Es sei mir erlaubt, zu dieser Arbeit einige Bemerkungen zu machen.

Der erste Punct betrifft die Beweiskraft meines Versuchs. AEBY ist durch einiges Nachdenken zu der Ueberzeugung gekommen, dass derselbe das nicht beweise, was er solle. Der Versuch um den es sich handelt, besteht darin, dass ein Froschsartorius frei aufgehängt, nahe seinem obern Ende, am rechten und linken scharfen Rand, mit zwei Elektroden berührt und nun durch Schliessen oder Oeffnen einer schwachen constanten Kette gereizt wird. Es zeigt sich dann, dass der Muskel bei der Schliessungszuckung concav nach der Seite der negativen Elektrode, bei der Oeffnungszuckung concav nach der der positiven sich krümmte.

AEBY meint, hieraus könne man nur folgern, dass bei der Schliessung die an der negativen Elektrode gelegenen Fasern stärker als die an der positiven gelegnen zuckten.

Ich habe hiergegen nichts einzuwenden. Dass der Versuch in der erwähnten Form in der That nicht mehr beweisen konnte, das lag so sehr auf der Hand, dass ich es der Erwähnung nicht für werth hielt und es war mir um so besser bewusst, als ich nicht durch ein Spiel des Zufalls, sondern durch Ueberlegung auf den Versuch gekommen war.

---

1) Bd. III. 1867. pag. 445.

Ich musste den Versuch deshalb modificiren, damit er wirklich den Satz bewies oder widerlegte, dass Schliessungsreizung nur am negativen, Oeffnungsreizung nur am positiven Pol statthabe. Diese Modification, welche einfach darin bestand, dass der Muskel der Länge nach in zwei nur oben zusammenhängende Hälften gespalten ward, von denen nun, wie sich zeigte, die eine bei Schliessung, die andre bei Oeffnung des Stromes zuckte, — diese Modification des Versuchs, deren strengere Beweiskraft ich allerdings nicht genug hervorgehoben habe, wird von Aeby ignorirt. Dasselbe thut Adolf Fick in Canstatts Jahresbericht für 1867 (Abschnitt: physiologische Physik. pag. 91). Auch Fick hat nur den Versuch am ungespaltenen Sartorius vor Augen, meint aber, die Krümmung des Muskels könne »höchstens zeigen, dass die verschiedenen Fasern desselben Muskels sich nicht gleichzeitig contrahiren, sondern die, aus denen der Strom in den Draht austritt, zuerst.« Wie das aus dem Versuch hervorgehen, ja nur wahrscheinlich werden könne, ist mir nicht verständlich.

Alles was aus dem Versuch geschlossen werden darf, ist, so viel ich sehe, nur: dass bei Schliessung die Reizung an der Kathode stärker als an der Anode, bei Oeffnung das Umgekehrte der Fall ist. Dass aber bei Schliessung eines schwachen Stromes in der That an der positiven Elektrode keine, bei Oeffnung an der negativen Elektrode keine Erregung zu Stande kommt, das beweist erst die beschriebene Modification des Versuchs, welche von beiden Forschern nicht berücksichtigt wird.

Um weiteren Missverständnissen vorzubeugen, gebe ich hier die Erklärung des Versuchs. Sie setzt nur voraus, dass man erstens den Bau des Sartorius, zweitens die Vertheilung des elektrischen Stromes im Muskel bei der gegebenen Versuchsanordnung, und endlich den Satz kenne, dass sehr geringe Dichtigkeitsschwankungen des elektrischen Stromes die Muskelsubstanz nicht mehr erregen.

Ueber den Bau des Sartorius brauchen wir kein Wort zu verlieren, wohl aber erfordert der zweite in Verband mit dem dritten Punct eine kurze Betrachtung. In unserm Versuche wird der Muskel nur in sehr geringer Ausdehnung, nämlich an zwei kleinen, einander gegenüberliegenden Stellen seiner beiden scharfen Ränder, von den Elektroden berührt. Hieraus ergibt sich mit Berücksichtigung der Gesetze der Stromvertheilung Folgendes. Der Strom tritt bei Schliessung der Kette mit grösster Dichtigkeit in die von der Anode berührten Fasern ein und verlässt jede von diesen Fasern mit geringerer Dichtigkeit auf ihrer der negativen Elektrode zugekehrten Seite, um mit noch etwas geringerer Dichtigkeit in die nächsten Muskelfasern einzutreten. Umgekehrt besitzt der Strom da, wo er aus den von der Kathode berührten Fasern in die

negative Elektrode austritt, eine grössere Dichtigkeit als da, wo er in diese Fasern eintritt. In diejenigen Fasern aber, welche genau in der Mitte zwischen beiden Electroden liegen, wird der Strom, — vollkommene Symmetrie der Anordnung, wie sie in unserm Versuch nahezu hergestellt ist, vorausgesetzt —, mit derselben Dichtigkeit eintreten, mit der er sie wieder verlässt, und zwar wird der Strom an dieser Stelle die geringste Dichtigkeit im Muskel haben. Unter allen Umständen wird also die reizende Stromschwankung am steilsten sein da, wo der Strom in die von der Anode berührten Fasern eintritt und da wo er aus den von der Kathode berührten Fasern austritt. An beiden Stellen wird die Dichtigkeitsschwankung unter den angegebenen Versuchsbedingungen nahezu gleich gross sein. — Findet nun bei Schliessung eines constanten elektrischen Stromes Erregung sowohl an der Eintrittsstelle desselben in die Muskelfaser, als an seiner Austrittsstelle statt, so müssen sich sowohl die an der Anode wie die an der Kathode gelegenen Muskelfasern zusammenziehen. Der Versuch lehrt aber, wie wir gesehen, dass nur die an der Kathode liegenden Fasern bei der Schliessung zucken. Dass der Versuch nur bei Anwendung schwacher Ströme gelingt, versteht sich von selbst. Ueberschreitet die Stromstärke ein gewisses Maass, so werden beim Schliessen der Kette auch die an der positiven Elektrode gelegenen Fasern zucken müssen; denn hier ist dann die Dichtigkeitsschwankung des Stromes auch an den Stellen, wo er aus den von der Anode berührten Fasern austritt, noch gross genug, um erregend zu wirken. Immerhin werden aber diese Fasern schwächer zucken, als die, welche an der negativen Elektrode liegen. Darum gelingt der Versuch am ungespaltenen Sartorius innerhalb weiterer Grenzen der Stromstärke. Für die Richtigkeit unserer Erklärung spricht, dass man den Versuch auch in folgender Weise so einrichten kann, dass bei der Schliessung eines schwachen Stromes nur die an der positiven Elektrode gelegenen Fasern zucken und erst bei Anwendung stärkerer Ströme auch die an der negativen Elektrode. Dazu braucht man nur die negative Elektrode mit sehr breiter Fläche, die positive aber mit scharfer Spitze an den Muskel anzulegen. Hier ist dann die Dichtigkeit des Stromes da, wo er aus den von der Anode berührten Muskelfasern austritt, grösser als an den Stellen, wo er die von der Kathode berührten Fasern verlässt. Bei schwachen Strömen geben deshalb allein die an der positiven Elektrode gelegenen Fasern Schliessungszuckung. — In umgekehrtem Sinn wirkt natürlich Verbreiterung der positiven, bei spitzer negativer Elektrode. — Man stellt diese Versuche am bequemsten mit den unpolarisirbaren Thonstiefelelektroden von du Bois an. —

Wir kommen nun zu den Versuchen, welche Aeby angestellt hat.

Mit Vergnügen constatiren wir zuerst, dass Aeby auf anderem Wege sich davon überzeugt und bewiesen hat, dass bei Schliessung schwacher Ströme die Erregung nur an der negativen Elektrode, bei Oeffnung nur an der positiven stattfindet. Die Versuche von Aeby sollen aber noch mehr beweisen. Sie sollen beweisen, dass bei Schliessung stärkerer Ströme die Erregung auch an der Eintrittsstelle des Stromes in die Muskelfaser stattfindet, wenn schon im Allgemeinen schwächer als an der Austrittsstelle. Es würde demnach nur ein quantitativer Unterschied zwischen der Grösse der Erregung an den beiden Polen bestehen. — Eine nähere Betrachtung der Aeby'schen Versuche zeigt indessen, dass sie diesen Beweis keineswegs liefern.

Aeby suchte zuerst festzustellen, ob »ein Unterschied in der Stärke der Zuckung vorhanden sei, je nachdem sie im Gebiete des einen oder des anderen der beiden Pole auftrete.« Er klemmte dazu die beiden Oberschenkel eines curarisirten Frosches, nach Entfernung des grössten Theils der femora durch eine subcutane Operation, mittelst des Beckens fest und brachte sie mit den beiden Hebeln eines Myographion in Verbindung. An die unteren Enden der beiden Schenkel wurden die beiden Drähte einer galvanischen Batterie geleitet. Im Kreis befand sich ein Stromwender. Es zeigte sich nun, dass im frischen Präparat stets der Schenkel, an dessen unterem Ende der Strom austrat, bei Schliessung viel stärker als der andere zuckte. Jedenfalls zuckte auch der Schenkel, durch den der Strom in das Präparat eintrat und Aeby glaubt hiernach annehmen zu dürfen, dass in diesem Schenkel die Schliessungsreizung an der positiven Elektrode stattgefunden habe. Eine sehr einfache Ueberlegung zeigt aber, dass dieser Beweis durchaus nicht geliefert ist.

Offenbar kommt es für unsere Frage darauf an, zu wissen, wo der Strom in die zu erregenden Muskelfasern ein- und wo er aus ihnen austritt. Aeby scheint zu meinen, dass für alle Muskelfasern des Präparats der positive Pol an dem unteren Ende des einen, der negative Pol am unteren Ende des anderen Schenkels liege. Diess könnte aber offenbar höchstens dann der Fall sein, wenn das Präparat ein einziger, hufeisenförmiger Muskel wäre, dessen Fasern alle parallel durch die ganze Länge des Muskels verliefen. In dem Aeby'schen Präparat hat man aber zwei grosse, vollkommen von einander getrennte Muskelmassen. Der Einfachheit halber können wir, ohne dadurch am Wesentlichen etwas zu verändern, jeden Schenkel als einen einzigen Muskel auffassen, dessen Fasern alle parallel durch die ganze Länge des Muskels gehen. Beide Muskeln sind an ihrem oberen Ende, am Becken, durch einen feuchten Leiter von ziemlich grossem Querschnitt verbunden.

Offenbar liegt nun für den Schenkel, an dessen unterem Ende der elektrische Strom ins Präparat eintritt, die negative Elektrode am obern Ende, da wo die Fasern am Becken enden. Für den Schenkel aber, durch den der Strom aus dem Präparat austritt, liegt am Becken die positive Elektrode. An den unteren Enden beider Schenkel hatte Aeby die Reizungsdrähte angebracht. Diese Anordnung musste es mit sich bringen, dass an diesen Stellen die Stromdichte im Präparat am grössten war. Nahezu am kleinsten wird, des grossen Querschnitts wegen, die Stromdichte — und demzufolge auch jede Schwankung derselben — am Beckenpole jedes Schenkels gewesen sein. Die Resultate der Aeby-schen Versuche, soweit sie den frischen Muskel betreffen, erklären sich hiernach vollständig unter der Voraussetzung, dass auch bei Schliessung stärkerer Ströme die Erregung nur am negativen Pole stattfinde. Denn dass der Schenkel, an dessen unterem Ende der positive Strom eintrat, viel schwächer zucken musste als der andere, ist dann selbstverständlich, weil der Strom da, wo er am Becken aus dem Schenkel austrat, wo also der negative Pol für die Fasern dieses Schenkels lag, eine viel geringere Dichtigkeitsschwankung ausführte, als an der Stelle, wo er aus dem zweiten Schenkel in die Drahtleitung austrat.

Die erwähnten Versuche von Aeby sind also principiell falsch, da in ihnen irrthümlicherweise vorausgesetzt wird, dass Anode und Kathode für den Muskel da liegen, wo der Strom das Präparat und nicht da, wo er die Muskelfasern betritt und verlässt. Sorgt man dafür, dass der Querschnitt der Strombahn, also die Dichtigkeit an der Eintrittsstelle in die Fasern derselbe sei, wie an der Austrittstelle, dann zucken natürlich beide Schenkel sowohl bei Schliessung als bei Oeffnung ungefähr gleichstark. Selbstverständlich ist aber an einem solchen Präparate unsere Streitfrage nicht zu entscheiden.

Nicht besser steht es mit den anderen Versuchen von Aeby. Um den Einfluss des Kettenstromes auf die einfache Muskelfaser zu prüfen, fixirte er, wie dies v. Bezold früher schon gethan, die Mitte des Sartorius durch Einklemmen und brachte an die Enden des Muskels die Leitungsdrähte der Kette. »Bei dieser Anordnung bildete der Muskel in seiner ganzen Länge die intrapolare Strecke; in ihrer Bewegung war diese vollkommen frei, nur dass durch die Klemme die Verschmelzung der Zuckung der einen Hälfte mit derjenigen der andern verhindert wurde.« »Aus verschiedenen Gründen erschien es zweckmässig, blos die eine Muskelhälfte zum Aufschreiben zu verwenden und ihr vermittelst des Gyrotrops abwechselnd die positive und die negative Elektricität zuzuleiten. Der Erfolg entsprach auch hier vollständig den Erwartungen. Bei der Schliessungszuckung entwickelte im frischen Muskel

der negative Pol ausnahmslos eine viel grössere Energie als der positive.«

Wie aus diesem Versuch hervorgehen soll, dass am positiven Pol Schliessungserregung, wenngleich in geringerem Grade als an der negativen Elektrode stattgefunden habe, ist vollkommen unbegreiflich. Denn lag die positive Elektrode am unteren Ende der schreibenden Muskelhälfte, so musste natürlich letztere bei der Schliessung auch zucken, wenn, wie ich annehme, die Erregung am negativen Pol stattfand, der jenseits der eingeklemmten Stelle lag. Die Zuckung musste aber schwächer sein, weil die Erregung sich durch die eingeklemmte und dadurch offenbar alterirte Stelle fortpflanzen musste. — Vielleicht war aber der Muskel an der geklemmten Stelle todtgequetscht. Dann konnte natürlich eine in der oberen Muskelhälfte stattfindende Erregung sich nicht bis in das schreibende Muskelstück fortpflanzen. Offenbar wird aber, sowie die geklemmte Stelle zerquetscht und dadurch in einen einfachen Leiter der Elektricität verwandelt wird, an dieser Stelle die eine Elektrode für das zeichnende Muskelstück liegen. Hier besass aber der Strom, wegen des grösseren Querschnitts, eine geringere Dichtigkeit, als am unteren Ende, wo der Leitungsdraht den Muskel berührte und dann war dies der Grund, weshalb die Zuckung schwächer ausfiel, wenn die positive Elektrode an dem unteren Ende lag[1]. Auch in diesem Falle ist also dieser Versuch von Aeby principiell falsch.

In einem andern, auf pag. 699 beschriebenen Versuche vermied Aeby die Einklemmung und hing den zeichnenden Apparat an einer quer durch die Mitte des Muskels gestochenen Nadel auf, während alles Uebrige unverändert blieb. Es ergab sich dasselbe Resultat. — Ich muss fürchten, den Versuch falsch zu verstehen, denn ich sehe aus der kurzen Schilderung desselben nicht, wie er in unserer Frage etwas entscheiden kann. Jedenfalls ist er unbrauchbar, da auch in ihm nicht Rücksicht genommen ist auf den Einfluss der Stromdichte auf die Grösse der Erregung. Dasselbe gilt von den auf pag. 701 beschriebenen Versuchen und von den Versuchen am Gastrocnemius (pag. 703 flg.). Hier werden wiederum die Stellen, wo der Strom aus der Drahtleitung in den Gastrocnemius eintritt oder aus ihm in den Draht austritt, fälschlich für die Anode und Kathode aller Muskelfasern angesehen und auf Grund

1) Hieraus erklären sich auch die von Aeby an demselben Präparate gefundenen Thatsachen über den Einfluss verschiedener Stromstärken, vor allem die Thatsache, dass, nach der Ausdrucksweise von Aeby, bei Zunahme der Stromstärke sich der Gegensatz zwischen positivem und negativem Pole immer mehr verwischt.

dieses Missverständnisses eine Reihe unrichtiger Betrachtungen angestellt, die einzeln zu widerlegen wir uns ersparen können.

Endlich hat Aeby noch zeitmessende Versuche angestellt. Die einen dieser Versuche wurden an dem oben beschriebenen Präparate angestellt, welches aus zwei durch das Becken verbundenen Oberschenkeln bestand. Es zeigte sich, wie nach dem oben Gesagten auch gar nicht anders zu erwarten war, dass beide Schenkel genau gleichzeitig zu zucken begannen. — Eine zweite Reihe von zeitmessenden Versuchen wurde im Wesentlichen nach der Bezold'schen Methode angestellt. Doch benutzte Aeby statt eines Muskels zwei: es waren die Adductoren des Frosches oder die Schulterblattheber des Kaninchens. Sie wurden »frei präparirt und vermittelst des zwischen ihnen liegenden Skeletabschnittes durch eine Klemme befestigt. Jedem der beiden Muskeln wurde einer der Myographionhebel angehängt und am freien Ende einer der Leitungsdrähte zugeführt. Dadurch wurde das untere Ende des einen Muskels positiv, das des andern negativ, während das obere Ende natürlich entgegengesetzte Verhältnisse darbot.« Hier verwechselt also Aeby die Pole des Präparates nicht mehr, wie in den früheren und den eben vorausgegangenen Versuchen, mit den Polen der Muskelfasern. Beide Muskeln wurden durch eine Klemme dergestalt in zwei Hälften zerlegt, dass nur die untere Hälfte ihre Thätigkeit auf den Apparat zu übertragen vermochte. Aus leicht ersichtlichen Gründen musste sich nun ein zeitlicher Unterschied im Anfang der Zuckungen beider zeichnenden Muskelhälften ergeben, wenn bei Schliessung und Oeffnung des Stromes die Reizung nur an einem Pole stattfand. »Das Resultat war in zahlreichen Versuchen ein durchaus constantes. Bei keiner Reizungsgrösse liess auch nur der geringste Unterschied in dem zeitlichen Beginn der beiden Zuckungen sich wahrnehmen.« — Wir heben zunächst hervor, dass dieser letzte Satz mit Aeby's eigenen Angaben in Widerspruch steht. Denn Aeby gibt selbst zu, dass bei schwächeren Strömen die Schliessungserregung nur von der negativen Elektrode ausgehe. Er hätte also wenigstens bei kleineren »Reizungsgrössen« einen zeitlichen Unterschied wahrnehmen müssen. Vielleicht war aber auch in diesen Versuchen der Muskel an der eingeklemmten Stelle todtgequetscht und damit der obere Pol jedes Muskels vom Becken nach der Klemme verlegt. Auch wenn nur ein Theil der Fasern durch die Klemme todtgequetscht war, musste für diese Fasern wenigstens der obere Pol an der Klemme liegen, und es hing von der Grösse der reizenden Dichtigkeitsschwankung des Stromes an dieser Stelle ab, ob hier Erregung stattfand. Falls die Fasern aber hier erregt wurden, mussten natürlich beide Schreibhebel sich gleichzeitig zu heben beginnen. — Man könnte

auch daran denken, dass die Muskeln nicht stark genug mit Curare vergiftet waren, um so mehr, als Aeby von der, allerdings selbstverständlichen Vergiftung nichts erwähnt. Wie dem auch sei, wir sehen, dass auch durch diese Versuche der Beweis nicht streng geliefert ist, den Aeby geben wollte, und dass ihre Resultate ebenso wie die der anderen, auf falschen Voraussetzungen fussenden Experimente von Aeby sich unter der Annahme erklären lassen, dass im frischen Muskel die Schliessungserregung nur an der negativen, die Oeffnungserregung — von der wir, da sich alles darauf Bezügliche von selbst ergibt, nicht weiter geredet haben — nur an der positiven Elektrode stattfinde[1]). — Die Frage, wie sich beim ermüdeten und absterbenden Muskel diese Verhältnisse ändern, muss weiteren Untersuchungen zugewiesen werden.

Es bleibt uns nur noch übrig, einige neue Versuche zum Beweise des von uns vertheidigten Satzes mitzutheilen. Das Princip dieser Versuche ist nicht neu. Es ist im Wesentlichen dasselbe, welches von Bezold zur Entscheidung unserer Frage angewendet wurde. Doch brauchten wir nicht das Helmholtz'sche Myographion, sondern ein gewöhnliches Kymographion in Verband mit der Stimmgabel als Chronoskop. Beifolgender Holzschnitt wird die Versuchsanordnung am Besten erläutern.

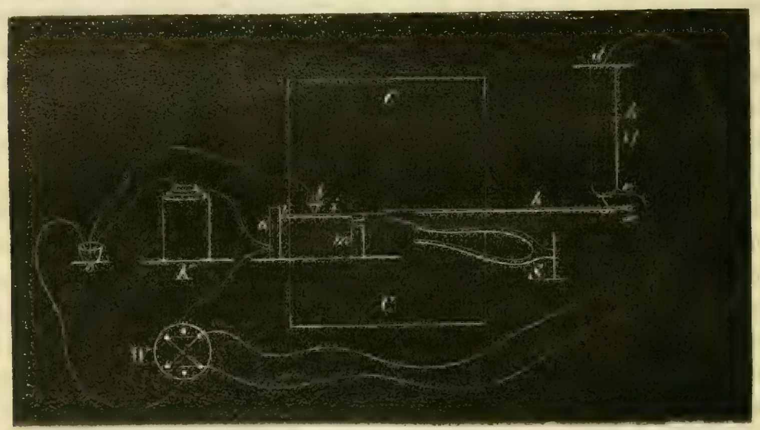


Fig. 1.

1) Die Versuche von Chauveau, auf welche Aeby anspielt, waren mir unbekannt geblieben und erst Herr Chauveau selbst machte mich bei seinem Besuch in Utrecht im September 1867 auf sie aufmerksam, als ich ihm meinen Sartoriusversuch zeigte. Die Chauveau'schen Versuche, unter denen mehrere sehr instructive sich befinden, leiden an denselben principiellen Fehlern wie die von Aeby: kein einziger von ihnen beweist, dass bei starken Strömen die Schliessungserregung auch an der Eintrittsstelle des Stroms in die Muskel- oder Nervenfaser statthabe.

CC ist der mit einem berussten Papierbogen überzogene Cylinder des Kymographions. Der Cylinder ist ausser Verband mit dem Uhrwerk gesetzt und kann mit der Hand gedreht werden. Auf der berussten Papierfläche werden von drei feinen Spitzen dicht übereinander drei Curven gezeichnet. Die oberste Spitze gehört zum Muskelhebel *h* und verzeichnet die Zuckungscurve. Auf der mittleren Curve, zum Interruptor *i* gehörig, wird der Moment der Reizung verzeichnet. Die untere Feder, an einem Arm der Stimmgabel *s* befestigt, registrirt die Zeit.

Die Reizung geschieht in folgender Weise. Von der Kette *K* führt ein dicker, kurzer Kupferdraht zur Säule *a* eines Unterbrechers, wie sie an den Schlittenapparaten von du Bois sich befinden. Von hier geht der Strom durch die Feder *i* nach der Platinspitze *b* und von da durch einen dicken, kurzen Kupferdraht nach dem Quecksilbernäpfchen *c*, von wo der Strom nach der Kette zurückkehrt. Der Strom kann nur bei b unterbrochen werden, indem die Feder *i* niedergedrückt wird. Dies kann in bekannter Weise geschehen, indem man das weiche Eisen *m* durch den Strom einer starken Kette magnetisch macht. Es genügt aber auch, die Feder *i* mit dem Finger oder einem Stäbchen rasch nach unten zu drücken. Im Moment, wo dies geschieht, und damit der Contact von *b* und *i* aufhört, ergiesst sich der Strom in die Nebenschliessung, in welcher sich der Muskel befindet. Der Strom geht dann von *a* durch die Wippe *W* zum Muskel *M*, durchfliesst diesen in seiner ganzen Länge, geht zurück zur Wippe und durch das Quecksilbernäpfchen wieder zur Kette. Der Muskel *M*, der Sartorius eines mit starker Dosis Curare vergifteten Frosches — wird am oberen Ende *d* durch die breite Klemme meines Muskelhalters[1]) fixirt. An einer bestimmten Stelle seiner Länge wird er durch die schmale Klemme *K* desselben Instrumentes vorsichtig soweit eingeklemmt, dass bei alleiniger Zuckung des oberen Muskelstücks der Hebel *h* sich nicht bewegen, die Erregung sich aber durch die eingeklemmte Stelle fortpflanzen kann. Das untere Muskelstück zieht an einem leichten Schreibhebel von Holz, der sich bei *x* um eine feste horizontale Axe dreht. Ein dünner Kautschukstreifen, der dicht bei *x* quer über den Hebel ausgespannt wird, in der Figur aber nicht angedeutet ist, sucht den Hebel nach abwärts zu drücken und erlaubt so, das schreibende Muskelstück durch Heben oder Senken der Klemme *k* bis auf seine normale Länge auszudehnen.

1) Eine Beschreibung und Abbildung dieses kleinen Instrumentes findet sich in der Arbeit von Dr. T. Place, de contractiegolf der willekeurige spieren. Nederl. Archief voor genees- en natuurk. D. III. 1867. p. 239. — S. auch: Onderzoekingen, gedaan in het physiologisch laboratorium der Utrecht'sche hoogeschool. 1867—68.

Vor Beginn des Versuchs sorgt man, dass die drei schreibenden Spitzen bei ruhendem Cylinder genau in einer vertikalen Linie übereinander stehen. Ist dies der Fall, so wird die Stimmgabel, durch rasches Hervorziehen eines zwischen ihre Arme geklemmten Holzklötzchens, in Schwingung versetzt, der Cylinder rasch um etwa 90 bis 180° gedreht und während der Bewegung des Cylinders der Strom bei *b* unterbrochen. Nun wird die Wippe umgelegt, Stimmgabel und Cylinder wieder in Bewegung versetzt und die Feder *i* wieder niedergedrückt. Man erhält so, rasch nach einander, zwei Zuckungscurven. Bei der zweiten Reizung fliesst der Strom in entgegengesetzter Richtung als bei der ersten durch den Muskel. Findet nun die Erregung bei Schliessung des Stromes auf der ganzen intrapolaren Strecke statt, so muss in beiden Fällen die Zeit zwischen Moment der Reizung und Beginn der Zuckung des schreibenden Muskelstücks gleichlang sein, nicht aber, wenn die Erregung nur von e i n e m Pole ausgeht. Liegt der positive Pol am unteren Ende des zeichnenden Muskelstücks, dann muss die Schliessungszuckung selbstverständlich später kommen, wenn die Erregung nur am negativen Pol geschieht. Denn sie muss sich dann durch die ganze Länge des zwischen den Klemmen befindlichen Stückes und durch die untere Klemmstelle selbst fortpflanzen, ehe sie zum schreibenden Muskelstück kommt.

Die Versuche, welche ich hierüber angestellt habe, beweisen, dass selbst bei Schliessung starker Ströme die Erregung in der frischen Muskelfaser nur an der negativen Elektrode geschieht. Zum Beweise dafür habe ich hier die Anfangsstücke von vier Curven abdrucken lassen, welche von ein und demselben Sartorius rasch nach einander gezeichnet sind. Der erregende Strom ward von drei hinter einander verbundenen kräftigen Daniell'schen Zellen geliefert, und gab maximale Schliessungszuckung. Das zwischen den Klemmen befindliche Stück war 7 Mm. lang. Bei der ersten und dritten Reizung lag die positive Elektrode, bei den beiden anderen Reizungen die negative Elektrode am unteren Ende des schreibenden Muskelstücks. Die Stimmgabel machte 250 Schwingungen in der Secunde.

Was lehren nun die Curven? Bei Curve I. liegen zwischen Moment der Reizung und Beginn der Zuckung 5.7 Stimmgabelschwingungen = 0.023 Secunden, bei Curve II. nur 4.3 = 0.017 Secunden, bei Curve III. 6.5 = 0.026 Secunden, bei IV. wieder nur 4.3 = 0.017 Secunden. — Diese Zahlen bestätigen vollkommen das von uns vertheidigte Gesetz. Denn wenn in Curve I. die Erregung, wie wir annehmen, am oberen Ende des nicht schreibenden Muskelstücks stattfand,

dann musste sie ein 7 Mm. langes Muskelstück durchlaufen, bevor sie sich am Hebel verrathen konnte. In der That beginnt die Zuckung in I. um 0.006 Secunden später als in Curve II., wo die Reizung nach unserer Vorstellung allein von dem unteren Ende des schreibenden Muskelstücks ausging[1]. In Curve III., wo die Reizung wieder am oberen Ende des nicht zeichnenden Muskelabschnitts geschah, dauert es noch 0.003 Secunden länger als bei I., also 0.009 Secunden länger als bei II., ehe die Zuckung beginnt. Diese grössere Verzögerung ist offenbar den Veränderungen des Muskels an der eingeklemmten Stelle k zuzuschreiben. In Folge der fortdauernden Quetschung wird das Leitungsvermögen für die Erregung an der geklemmten Stelle verschlechtert: die Erregung braucht längere Zeit um sich durch eine gequetschte, als um sich durch eine gleich lange, normale Muskelstrecke hindurch fortzupflanzen. In IV. dagegen beginnt die Zuckung wieder, wie in II., 0.017 Secunden nach der Reizung; denn hier, wo die Erregung, nach unserer Annahme, wieder am unteren Ende des schreibenden Muskelstücks stattfand, konnte sich der schädliche Einfluss der Klemmstelle nicht mehr äussern.

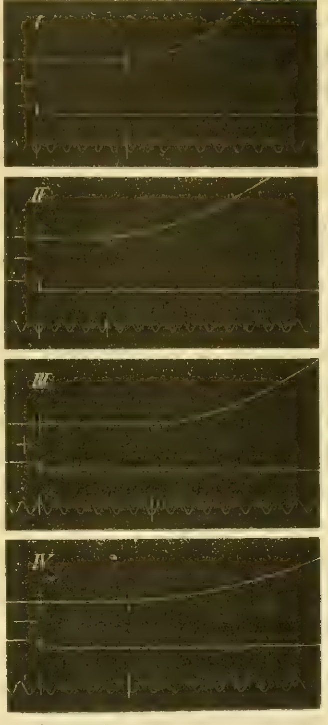


Fig. 2.

Wir lassen uns an diesem einen Beispiel, dem wir leicht weitere beifügen könnten genügen. Was unser Versuch am gespaltenen Sartorius für schwache Ströme bewies, gilt nach diesen zeitmessenden Versuchen auch für starke Ströme. Wir halten den Satz, dass im frischen Muskel Schliessungserregung nur am negativen, Oeffnungserregung nur am positiven Pole stattfinde, um so strenger aufrecht, als es immer wahrscheinlicher wird, dass dieser Satz nur ein specieller Fall eines allge-

---

1) Aus der Zeit von 0.006 Secunden ergibt sich zugleich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung im Muskel, unter den geschilderten Versuchsbedingungen zu 1.17 Meter in der Secunde. Diess stimmt mit den Angaben von Aeby und v. Bezold gut überein.

meinen Gesetzes ist, welches für alle reizbaren Elemente den Ort der Schliessungs- und Oeffnungserregung an die Ein- und Austrittsstelle des Stroms verlegt. Wir erinnern hier an die Beobachtungen von KÜHNE [1]) über den Einfluss constanter Ströme auf gewisse Protoplasmakörper (Actinophrys z. B.), und fügen hinzu, dass auch für die Flimmerzellen einige Thatsachen, die neuerdings [2]) an das Licht gekommen sind, es in hohem Grade wahrscheinlich machen, dass diese Elemente demselben Gesetz gehorchen. Schickt man nämlich durch Flimmerzellen einen constanten Strom, so beschleunigt sich bei der Schliessung und bei der Oeffnung des Stroms die Bewegung der Cilien. Schliesst man nun unmittelbar nach der Oeffnung den Strom in umgekehrter Richtung durch die Zellen, so beschleunigt sich die Bewegung viel stärker als wenn man den Strom in der gleichen Richtung wie vorher wieder schliesst. Diese Thatsache erklärt sich sehr einfach, wenn man annimmt, dass jede Zelle da, wo der Strom in sie eintritt, in einen Zustand von herabgesetzter Erregbarkeit (Anelektrotonus), da wo er sie verlässt, in einen Zustand erhöhter Erregbarkeit (Katelektrotonus) versetzt wird [3]), und wenn man weiter annimmt, dass die Schliessungserregung auf dem Entstehen des Katelektrotonus, die Oeffnungserregung auf dem Verschwinden des Anelektrotonus beruhe.

Da es jetzt möglich ist [4]), unter den verschiedensten Bedingungen am Mikroskop mit unpolarisirbaren Elektroden zu reizen, würde es eine lohnende und nicht schwere Aufgabe sein, auch andere reizbare Elementarorganismen der Untersuchung zu unterwerfen.

---

1) Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität. 1864.

2) Over de trilbeweging. II. In Nederl. Archief voor genees-en natuurk. D. IV. 1868. p. 107 flgde.

3) Natürlich könnte auch die Rolle der Pole die umgekehrte sein.

4) Vergl. Centralblatt f. d. med. Wiss. 1868. Nr. 23. — Over de trilbeweging. In: Nederl. archief voon genees-en natuurk. D. III. 1867. p. 307. — Ibid. D. IV. 1868. p. 60 flgde.

Zur Lehre von der Nervendigung im Muskel.

Von

Dr. Th. W. Engelmann
in Utrecht.

Vor einigen Jahren [1]) machte ich darauf aufmerksam, dass gewisse Muskeln der Käfer Trichodes apiarius und alvearius Nervenendplatten von überraschender Grösse und Zahl besitzen, und dass man an diesen mit grösster Leichtigkeit den Uebergang des Neurilemms ins Sarkolemm, d. h. die intramusculäre Lage der Endplatte demonstriren könne. Da die genannten Käfer aber nicht überall leicht zu beschaffen sind, halte ich es der Mühe nicht für unwerth, hier auf andere Objecte die Aufmerksamkeit zu lenken, welche die erwähnten Verhältnisse wenigstens ebensogut zeigen und zugleich vom Frühling bis zum Herbst überall in Menge zu haben sind. Es sind die Raupen vieler Schmetterlinge, sowohl die von Tag- und Nachtfaltern als die von Mikrolepidoptern. Fast alle Arten von Raupen sind günstige Objecte; bei weitem am besten scheinen aber die glatten, unbehaarten Raupen kleinerer Nachtschmetterlinge (Noctua und viele andere Gattungen) zu sein. Hier sind die Endplatten an der ganzen Rumpf- und Extremitätenmusculatur enorm entwickelt. Die einfachste Art, ein gutes Präparat zu bekommen, besteht darin, dass man der Raupe ein Bein (am besten eins der stumpfen Hinterbeine) abschneidet und dasselbe in einem Tropfen Kochsalzlösung von 1—1,5 % mit zwei Nadeln in kleine Stückchen zerzupft. Bringt man das Präparat nun unter das Mikroskop, so sieht man sogleich die quergestreiften Muskelfasern, die nur von ihren Nerven, hie und da auch von Tracheenästchen zusammengehalten werden. Nicht selten ist das Erste, was man sieht, ein prächtiger Nervenhügel; immer aber findet man wenigstens nach kurzem Suchen dann eine grosse Anzahl von Nervenhügeln in den verschiedensten Lagen, darunter stets gute Flächen-

---

1) Vergl. diese Zeitschrift 1864. Bd. I. p. 321.

und Profilansichten. Da das Anfertigen des Präparats bei einiger Uebung nicht mehr als 10 bis 15 Secunden Zeit nimmt, bekommt man Nervenhügel immer zur Ansicht, wenn die Muskelfasern noch zucken, oder wenigstens zuckungsfähig sind. Dieser Umstand in Verband mit der ausserordentlichen Grösse der intramusculären Nervendigung machen unser Object besonders geeignet zu Reizversuchen. Wir finden vielleicht später Gelegenheit, hierüber Einiges mitzutheilen. Hier möge nur einiger anatomischer Verhältnisse Erwähnung geschehen.

Wenn es gleich der Mühe nicht mehr werth erscheint, neue Beweise für die intramusculäre Lage der Nervenendigung beizubringen, möchte doch der folgende Versuch, der diesen Beweis in einer besonders sprechenden Weise führt, Mittheilung verdienen. Untersucht man ein auf die eben geschilderte Weise hergestelltes Präparat von Raupenmuskeln, so findet man stets eine Anzahl Muskelfasern, welche nur an einem Ende noch auf der chitinisirten Grundlage festsitzen, mit dem andern Ende aber, das durch Schneiden oder Reissen geöffnet ist, frei in die Flüssigkeit hineinragen. Der Inhalt dieser Muskelfasern ist meist geronnen. Man sieht den Gerinnungsprocess von der Rissstelle aus nach dem andern Ende der Muskelfaser zu fortschreiten. Zum Versuch wählt man eine dieser Fasern, welche einen Nervenhügel im Profil zeigt, und bringt diesen in den Focus des Mikroskops. Nun lässt man plötzlich einen starken Strom Salzsäure von 0,1 % unter das Deckglas fliessen. Im Moment, wo die Salzsäure die Muskelfaser erreicht, erblasst diese (nachdem sie vorher durch Gerinnung dunkler geworden war), schwillt ungemein stark auf, der ganze Inhalt des Muskelrohrs strömt aus dem offnen Ende des Sarkolemmaschlauchs und reisst die Endplatte mit sich heraus. Nach einigen Secunden liegt der ganze Muskelinhalt, ein quergestreifter geschwollner Cylinder vor der Oeffnung des leer zurückbleibenden Sarkolemmaschlauchs; auf dem ausgeflossenen Cylinder reitet die gleichfalls etwas geschwollene und erblasste Endplatte. Zuweilen sitzt an dieser noch ein Stück der Nervenfaser an, das durch die Gewalt des Stroms aus seiner Scheide herausgerissen ward und nun gleichfalls den Weg durchs Muskelrohr machte. Besassen die Flüssigkeiten die richtige Concentration, so erfolgt das Ausfliessen des Muskelinhalts und der Endplatte so rapid, dass man an das Abschiessen eines Geschützes erinnert wird. In andern Fällen, besonders wenn die Säure ein wenig zu stark ist, strömt der Inhalt langsamer aus. Man kann dann oft den ganzen Process, vom Losreissen der Endplatte von ihrem Nerven an bis zum Austritt derselben aus dem offnen Muskelrohr verfolgen. Anfangs wird die Endplatte durch den stärker schwellenden Muskelinhalt etwas abgeplattet und gegen die Hügelmembran angedrückt. Ist die

Nervenfaser gerade an der Eintrittsstelle in den Hügel abgerissen und hierdurch in der Hügelmembran ein Loch entstanden, so kann ein Theil der Endplatte durch dieses Loch ausgetrieben werden, ja, wenn das Muskelrohr an beiden Enden geschlossen ist oder nur einen kleinen Riss besitzt, kann es geschehen, dass die gesammte Endplatte und hinter ihr her ein grosser Theil der Muskelsubstanz durch das Loch im Nervenhügel heraustritt. Gewöhnlich reisst aber der Nerv in einiger Entfernung vom Nervenhügel ab und dann vermögen die elastischen Kräfte des Sarkolemms bei geschlossenem Muskelrohr nicht, den geschwollenen Inhalt der Faser durch die enge Nervenröhre herauszutreiben. Die Endplatte wird dann nur an die Hügelmembran angepresst. Wenn aber die Muskelfaser am einen Ende offen ist, beginnt der Muskelinhalt langsam auszufliessen. Die fliessende Masse zerrt an der Endplatte und sucht sie mit sich zu nehmen. Die Platte wird dadurch gedehnt und reisst endlich ab, entweder oben an der Eintrittsstelle des Nerven, oder unten, wo sie auf dem Muskelinhalt aufliegt. Zuweilen reisst sie auch mehr in der Mitte durch. Reisst sie vom Nerven ab, so sieht man sie sogleich aus dem Nervenhügel in das Muskelrohr und hier dicht unter dem Sarkolemm hingleiten, bis sie zum offnen Ende des Sarkolemmaschlauchs heraustritt. — Fliesst der Muskelinhalt sehr langsam aus, dann bleibt die Endplatte in der Regel am Nerven hängen und tritt nicht aus dem Nervenhügel heraus. — Der Sarkolemmaschlauch zieht sich, indem der gequollene Muskelinhalt herausfliesst, vermöge seiner Elasticität stark zusammen und bildet dann eine ziemlich dicke, glashelle, gefaltete Röhre, deren offene Communication mit dem gleichfalls dicken Nervenrohr, selbst bei ganz schwachen Vergrösserungen, ($^{100}/_{1}$), auf Profilansichten in unübertrefflicher Klarheit zu übersehen ist. Kommt es blos darauf an, zu zeigen, dass die Membran des Nervenhügels und die Nervenscheide gleichsam nur Ausstülpungen des Sarkolemms sind, so nimmt man statt der Salzsäure verdünnte Kalilauge. Hier bleiben nur die leeren Scheiden zurück. Leicht würden sich von solchen Präparaten überzeugende Photographien anfertigen lassen.

Beim Herstellen des Präparats, durch Zerzupfen mit Nadeln, geschieht es zuweilen, dass der ganze Nervenhügel von der Muskelfaser abreisst und wie eine Glocke am Ende der Nervenfaser ansitzt. Hier ist das Sarkolemm also in dem Umfang durchgerissen, wo es zur Membran des Nervenhügels wird. Wenn man sieht, dass so etwas selbst bei einer so dicken Haut wie dem Sarkolemm der Raupenmuskeln geschehen kann, wird man sich nicht wundern, wenn dasselbe auch bei Wirbelthiermuskeln zuweilen vorkommt: man wird sich dadurch aber nicht

wie ein neuerer Schriftsteller zu der Annahme verleiten lassen, dass der Nervenhügel blos aussen auf das Sarkolemm aufgeklebt sei. Dass auch die Endplatten der Reptilien, Vögel und Säugethiere unter dem Sarkolemm liegen, davon wird man sich allmählich allgemein überzeugen, wenn man ganz frische, möglichst gut isolirte Muskelfasern untersucht oder sie wenigstens nicht mit Flüssigkeiten behandelt, die den Muskelinhalt fest und dunkel und damit scharfe Contouren machen, wo während des Lebens keine sind.

Ein zweiter Punct, der hier noch zur Sprache kommen soll, ist der feinere Bau des Nervenhügels. Wir alle hatten, von der ganz abweichenden Auffassung Krause's abgesehen, bei der ersten Untersuchung angenommen, dass die Endplatte, eine protoplasmaartige Masse, die unmittelbare Verbreiterung des Axencylinders sei. Erst Kühne fand bei wiederholter Untersuchung, dass man an der Endplatte zweierlei unterscheiden könne: eine verästelte, oft netz- oder plattenförmige Ausbreitung des Axencylinders und eine granulirte, gleichsam als Sohle für diese dienende Masse mit Kernen.

Nur wenige Beobachter haben seitdem ihre Aufmerksamkeit dieser Ausbreitung des Axencylinders im Protoplasma des Nervenhügels zugewandt. Einzelne scheinen sie gar nicht gefunden zu haben, andere wie Rouget und Kölliker erklären sie für ein Kunstproduct. Ich kann mich in dieser Frage nur auf Seite Kühne's stellen. Am besten eignen sich die grossen Nervenhügel der Schlangen und Eidechsen zu einer entscheidenden Untersuchung. An ganz frischen Muskelfasern eben getödteter Thiere sieht man indessen — worin ich im Widerspruch mit Kühne bin — bei keiner Art der Beleuchtung die Verästelung des Axencylinders im Nervenhügel deutlich, mag man auch die stärksten Immersionssysteme gebrauchen. Zuweilen nur erkennt man die erste Gabeltheilung des Axencylinders in der Nähe der Eintrittsstelle; der übrige Inhalt des Hügels erscheint matt, kaum körnig. Darin liegen einige mattglänzende, ellipsoidische Bläschen mit centralem Kernkörperchen, die Kerne des Protoplasma und in der Membran des Nervenhügels einige kleinere, ebenfalls matte Kerne, in der Regel ohne Kernkörperchen. Nach einiger Zeit, oft erst nach Stunden tritt die baumförmige Ausbreitung des Axencylinders im Hügel deutlicher hervor; sie erscheint anfangs ohne Varicositäten und Ausbuchtungen, nur als ein mattglänzendes Astwerk dichotomisch vertheilter Streifen von ziemlich verschlungenem Verlauf, die sich rückwärts bis in den Axencylinder der markhaltigen Nervenfaser verfolgen lassen. Nach dem Ende zu werden sie feiner und scheinen ohne Grenze in das Protoplasma des Hügels überzugehen. Wartet man noch länger, dann verlieren die blassen

Fasern ihre parallelen Contouren, schnüren sich vielfach ein, bilden später Tropfen, auch Schleifen und dann ähnelt das Bild im Nervenhügel einer vielfach durchbrochenen und ausgebuchteten Platte. In diesem Zustand ist das ganze Gebilde am Deutlichsten. Lässt man eine Schlange (Tropidonotus natrix) oder Eidechse, nachdem man sie durch Zerstörung des Gehirns getödtet hat, einen Tag lang liegen, so zeigen dann fast alle Nervenhügel, wenn man sie in Kochsalz von 0,5 % untersucht, die Ausbreitung des Axencylinders in der letzterwähnten Form. Später unterliegt die letztere noch weiteren Veränderungen: die Fasern schnüren sich mehr und mehr ein und zerfallen endlich in einen Haufen Tropfen, aus dem die ursprüngliche Form des Organs nicht mehr herauszukennen ist. Diese Tropfen können auch unter sich wieder zum Theil verschmelzen und grössere Vacuolen bilden. — Nach der Untersuchung möglichst frischer Präparate kommt es mir demnach nicht wahrscheinlich vor, dass die Ausbreitung des Axencylinders jemals die Form einer durchbrochenen ausgebuchteten Platte besitze; ich halte diese Form für ein Kunstproduct, entstanden aus theilweiser Verklebung, Verschmelzung und Abschnürung einzelner Zweige der baumartigen Verästelung des Axencylinders. Diese Zweige gehen wahrscheinlich ohne Grenze in das Protoplasma des Hügels über; doch lässt sich das mit den jetzigen Mitteln nicht entscheiden. — Auch an den grossen Nervenhügeln der Raupenmuskeln kann man, wie ich mich vor längerer Zeit schon überzeugte, eine Fortsetzung des Axencylinders in der körnigen Masse des Hügels unterscheiden. Oft treten zwei, ja drei Axencylinder mit der Nervenfaser in den Hügel und laufen nun, was man an frischen in möglichst indifferenten Flüssigkeiten liegenden Präparaten sehen kann, erst im oberen oder mittleren Theil des Hügels eine Strecke weit hin. Dann theilen sie sich ein oder einige Male nach einander in kleine Zweige, die gewöhnlich nach unten laufen und sich im Protoplasma des Hügels verlieren. Nach längerem Liegen zerfallen auch diese Fasern in Tropfen. Sie sind übrigens viel dünner als die entsprechenden Fasern im Nervenhügel der Schlangen und nehmen, wie es scheint, ein relativ kleineres Volum der im Hügel liegenden Masse ein.

Kleinere Mittheilungen.

Zur forensischen Diagnose des Geschlechts.

Von

B. S. Schultze.

Bis in die neueste Zeit hinein hat wohl keine Branche des medicinischen Wissens so zahlreiche Irrthümer mit sich geschleppt, als die gerichtliche Medicin. So traurig die Thatsache, so plausibel die Gründe derselben.

Keine Branche der Medicin weiset in ihrer praktischen Ausübung den Einzelnen in gleichem Grade auf subjective Kritik an, und bei Ausübung seines medicinischen Specialfaches ist der Praktiker, wegen des enormen Umfanges der Disciplin, so oft darauf angewiesen, sein Urtheil auf Beobachtungen Anderer zu basiren. Nun ist aber drittens — und das ist weniger in der Natur der Sache begründet — gegen allen sonstigen Gebrauch in der gerichtlichen Medicin zum Theil noch heute üblich, Urtheile für Beobachtungen zu registriren; da kann sich natürlich ein Irrthum lange halten.

Von dieser sehr allgemeinen Einleitung zu meinem ganz speciellen Thema.

J. L. Casper, welcher bekanntlich gerade um Ausmerzung von Irrthümern aus der gerichtlichen Medicin sich bedeutende Verdienste erworben hat, sagt im zweiten Theil seines praktischen Handbuches (Teratologischer Theil) im Capitel von der äusseren Besichtigung der Leiche (Seite 101 der vierten Auflage von 1864):

»Das Geschlecht. Dass dasselbe bei ganz von der Verwesung zerstörten »Leichen nicht mehr zu erkennen, ist bekannt. In etwas niedrigerem Fäulniss- »grade ist es zuweilen noch möglich, wenn auch die sexuellen äusseren Weich- »theile verschwunden, aus dem geschlechtlichen Haarwuchs noch das Geschlecht »des Individuums zu erkennen, insofern der umschriebene Kranz von Haaren auf »dem Schamberg das Weib, die wenn auch noch so geringe Fortsetzung des »Haarwuchses vom Schamberg bis an den Nabel hinauf den Mann erweist«

Ich weiss nicht, und halte es auch für belanglos, es zu ermitteln, ob diese diagnostische Notiz mit dieser Bestimmtheit zuerst von Casper oder von einer älteren Autorität herrührt; wichtig aber ist es, dass dieselbe vollständig irrig ist.

Unter etwa 100 Schwangern und Wöchnerinnen, welche im ersten Halbjahr 1867 von mir inspicirt wurden, habe ich 5 notirt, bei welchen der Haarwuchs vom Schamberg bis an den Nabel sich fortsetzte. Die Weiber waren 22, 23, 25, 28—28 Jahre alt und konnte über ihren Charakter als Weiber, da sie gebärend von mir beobachtet wurden, kein Zweifel sein; auch spreche ich natürlich nicht von einem Haarwuchs, wie ihn die Haut an vielen Stellen zeigt, sondern von einem aus starken,

pigmentirten Haaren bestehenden Haarwuchs, der auf 10 Schritt als solcher zu erkennen sein würde. Unter 33 Weibern, welche am 1. d. M. in meinem Institut als Pfleglinge sich befanden, waren vier, von 20, 20, 21 und 28 Jahren, bei denen starke, pigmentirte Haare, bei zweien derselben etwas entfernt stehend, bei zweien ziemlich dicht, vom Schamberg bis zum Nabel hinauf sich erstreckten. Dagegen zeigten von 140 kräftigen jungen Männern (Soldaten), welche heut auf die obere Grenze des Haarwuchses am Schamberg untersucht wurden, 34, von 19—22 Jahren, eine rundlich umschriebene Grenze des Haarwuchses, ohne jede Fortsetzung gegen den Nabel hinauf. Sehr wohl möglich, dass bei Männern in vorgerückterem Alter sehr viel häufiger als bei den hier untersuchten die Behaarung vom Schamberg bis an den Nabel sich erstreckt.

Es bleibt ja überhaupt ausser Zweifel, dass bei den meisten Weibern der Haarwuchs des Schamberges rund endet, während er bei den meisten Männern bis zum Nabel sich fortsetzt, aber die Häufigkeit der Ausnahmen verbietet, wo das Geschlecht eines vorliegenden Körpers zweifelhaft ist, aus der genannten Differenz irgend ein diagnostisches Motiv zu entnehmen.

Ob gar am Lebenden bei mangelhaft ausgeprägtem Geschlechtscharakter die permanente Formdifferenz des Haarwuchses zur Diagnose des Geschlechts verwerthet werden dürfe, wie Casper am genannten Orte Th. I. pag. 86 meint, bedarf hiernach keiner Besprechung.

Jena, den 12. Februar 1868.

Ueber die Constitution einiger Siliciumverbindungen und Einiges, was sich auf das Mischungsgewicht des Siliciums bezieht.

Von

A. Geuther.

Die Untersuchungen von Friedel und Crafts [1]) und von Friedel und Ladenburg [2]) haben eine grössere Anzahl neuer Verbindungen des Siliciums kennen gelehrt und auf einige der von Wöhler entdeckten Verbindungen dieses Elements ein neues Licht verbreitet.

In der Einleitung der ersteren Abhandlung, in welcher vorzüglich die Producte beschrieben werden, welche bei der Einwirkung von Siliciumchlorid auf normale Kieselsäureäther entstehen und deren Wirkung auf verschiedene Alkohole, sagen Fr. und Cr., nachdem sie Scheerer's neuerer Begründung der Kieselsäureformel $= SiO^3$ gedacht haben, dass sie nicht gesonnen seien, sich bei der Discussion dieser Argumente aufzuhalten, glaubend, man werde vielleicht eine hinreichende Antwort in

---

1) Annal. de Chim. et de Phys. S. IV. T. IX. p. 5.

2) Compt. rend. T. LXI. p. 792; T. LXIV. p. 84; p. 359, p. 1295 u. T. LXVI. p. 539; p. 816.

der Mittheilung von Thatsachen finden, welche mit der Meinung SCHEERER's schwer zu vereinigen seien. Sie erklären sich dann weiter dahin, dass bei der Frage nach dem Mischungsgewicht eines Elementes zunächst den chemischen Betrachtungen der Vorrang gebühre, und dass diess eben es gewesen sei, welches sie veranlasst habe die Versuche zu unternehmen, in der Hoffnung sie würden einigen Verbindungen begegnen, welche durch rein chemische Betrachtungen die Mischungsgewichtsfrage des Siliciums zu entscheiden vermöchten. »Wir glauben« fahren sie dann am Schlusse fort, »dass es uns gelungen ist zu zeigen, dass die einfachsten Formeln, welche der Kieselsäure und dem normalen Kieselsäureäther beigelegt werden können, sind: SiO^2 und Si $4(Є^2H^5O)$, und demgemäss das Atomgewicht des Siliciums Si = 28 ist.«

Es haben dann ferner durch weitere Versuche mit dem Siliciumchlorür veranlasst, FRIEDEL und LADENBURG die Meinung WÖHLER's[1], dass das Silicon »als eine nach Art der organischen Körper zusammengesetzte Verbindung betrachtet werden könne, in welcher das Silicium die Rolle des Kohlenstoffs in den organischen Körpern spielt«, nicht bloss so angenommen, sondern sind so weit gegangen, in manchen Siliciumverbindungen eine wirkliche Vertretung von Kohlenstoff durch Silicium, von C durch Si, zu finden und demgemäss diesen Namen beizulegen, welche den ihrer Ansicht nach diesen entsprechenden reinen Kohlenstoffverbindungen nachgebildet sind (Silicichloroform; dreibas. Siliciameisensäureäther; Silicononylalkohol etc.).

So vollkommen einverstanden ich damit bin, dass bei der Feststellung des Mischungsgewichts eines Elementes den chemischen Betrachtungen der Vorrang gebührt, ja noch mehr, dass ihnen ganz allein die endgültige Entscheidung darüber zukommt, so entschieden muss ich bestreiten:

1) dass in der Zusammensetzung von all den beschriebenen Siliciumverbindungen irgend ein Moment enthalten ist, welches die Siliciummischungsgewichtsfrage, ob 14 oder 21 (oder ein Multiplum davon) nur im Geringsten ihrer Lösung näher zu führen vermöchte und

2) dass die Annahme einer Vertretung des Kohlenstoffs durch das Silicium in den vorliegenden Verbindungen eine gerechtfertigte sei.

Denn es lässt sich einmal zeigen, dass die Zusammensetzung all der betreffenden Siliciumverbindungen durch Formeln mit Si = 21 in gleich einfacher Weise auszudrücken sind und dann, dass die Verbindungen, in denen eine Substitution des Kohlenstoffs durch Silicium stattfinden soll als nichts anderes erscheinen wie die übrigen, nämlich als einfache Abkömmlinge einer Siliciumverbindung.

Bevor ich diess näher zu zeigen unternehme, muss ich mir gestatten ein Wort über die Bedeutung der oben angeführten Ansicht WÖHLER's zu sagen, dass das Silicium nach Art der organischen Körper zusammengesetzte Verbindungen zu bilden vermöge. Vom gegenwärtigen Standpunct der Chemie aus kann dies weiter nichts heissen, als dass ein Zusammenhang, wie er bei den Kohlenstoffverbindungen zwischen den heterologen oder genetischen, den homologen und isologen Reihen existirt in gleicher oder ähnlicher Weise auch bei den Siliciumverbindungen sich findet. Da nun die genetischen Reihen eines jeden Elementes sich auf ganz gleiche, von diesem aber völlig unabhängige und nur durch die mit ihm sich verbindenden anderen Elemente bedingte Weise ableiten, so ist klar, dass die Formgleichheit in dieser

1) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 127 p. 268.

Reihe nichts uber Aehnlichkeit oder Unähnlichkeit verschiedener Elemente aussagt. Dies vermögen nur die homologen und in noch bestimmterer Weise die isologen Reihen zu thun. Erst, wenn man für den Kohlenstoff und das Silicium auch die Gleichheit dieser nachgewiesen hat, wird man berechtigt sein sie als chemisch ähnliche, in eine Gruppe gehörende, gleichwerthige Elemente anzusehen, welche, wenn nöthig die Annahme einer Vertretung zulassen. Bis jetzt aber kennt man keine homologe Reihe von Siliciumverbindungen und von einer isologen Reihe nicht mehr als Andeutungen, die ihrerseits aber nicht geeignet sind jene vorausgesetzte Gleichheit zu bestätigen.

Mit Ausnahme des Silicons lassen sich alle hier in Betracht kommenden Siliciumverbindungen ableiten von einem Siliciumwasserstoff n $Si_1 H^2$ oder n $Si H^3$, nämlich $Si_1^4 H^8$ oder $Si^4 H^{12}$ [1]) und zwar in gleicher Weise, wie es sonst auch geschieht: der Wasserstoff kann nämlich zu gleichen Mischungsgewichten ersetzt gedacht werden 1) durch die halogenen Körper, 2) durch Sauerstoff, Schwefel [2]) etc., 3) durch die Hydroxyl-Hydrosulfi-Gruppe: HO^2, HS^2, 4) durch andere einwerthige zusammengesetzte Radicale, so dass auf diese Weise entstehen 1. die chlor-, brom- etc. haltigen, 2. die Oxy-Sulfi etc., 3 die Hydroxy-Hydrosulfi etc. Abkömmlinge und 4) die Aethyl- etc. Verbindungen.

Genereller Typus:		$Si_1^4 H^8$	oder $Si^4 H^{12}$
Siliciumwasserstoff:		$Si_1^4 H^8$	$Si^4 H^{12}$
Aetherverbindung:			
Siliciumaethyl: etc.		$Si_1^4 (C^2 H^5)^8$	$Si^4 (C^2 H^5)^{12}$
Monochlorsiliciumaethyl:		$Si_1^4 \begin{matrix}(C^2 H^5)^6 \\ (C^2 H^4 Cl)^2\end{matrix}$	$Si^4 \begin{matrix}(C^2 H^5)^9 \\ (C^2 H^4 Cl)^3\end{matrix}$
Siliciumchlorid: etc.		$Si_1^4 Cl^8$	$Si^4 Cl^{12}$
Kieselsäureanhydrid etc.		$Si_1^4 O^8$	$Si^4 O^{12}$
Normales Kieselsäurehydrat: etc.		$Si_1^4 (HO^2)^8$	$Si^4 (HO^2)^{12}$
Aetherverbindungen:			
Kieselsäureäther: etc.		$Si_1^4 (C^2 H^5 O^2)^8$	$Si^4 (C^2 H^5 O^2)^{12}$
Gemischte Aether:			
Kieselsäureaethylmethyläther:	a)	$Si_1^4 \begin{matrix}(C^2 H^5 O^2)^6 \\ (C H^3 O^2)^2\end{matrix}$	$Si^4 \begin{matrix}(C^2 H^5 O^2)^9 \\ (C H^3 O^2)^3\end{matrix}$
	b)	$Si_1^4 \begin{matrix}(C^2 H^5 O^2)^4 \\ (C H^3 O^2)^4\end{matrix}$	$Si^4 \begin{matrix}(C^2 H^5 O^2)^6 \\ (C H^3 O^2)^6\end{matrix}$
etc.	c)	$Si_1^4 \begin{matrix}(C^2 H^5 O^2)^2 \\ (C H^3 O^2)^6\end{matrix}$	$Si^4 \begin{matrix}(C^2 H^5 O^2)^3 \\ (C H^3 O^2)^9\end{matrix}$
Essigkieselsäureanhydrid:		$Si_1^4 (C^2 H^3 O^4)^8$	$Si^4 (C^2 H^3 O^4)^{12}$
Essigkieselsäureäther:		$Si_1^4 \begin{matrix}(C^2 H^3 O^4)^2 \\ (C^2 H^5 O^2)^6\end{matrix}$	$Si^4 \begin{matrix}(C^2 H^3 O^4)^3 \\ (C^2 H^5 O^2)^9\end{matrix}$

1) $Si_1 = 14$; $Si = 21$.

2) $O = 8$; $S = 16$.

I. Specieller Typus:	$Si_1^4\,{}^{H^6}_{H^2}$	oder $Si^4\,{}^{H^9}_{H^3}$
Unbekannt:	$Si_1^4\,{}^{H^6}_{Cl^2}$	$Si^4\,{}^{H^9}_{Cl^3}$
Unbekannt:	$Si_1^4\,{}^{H^6}_{O^2}$	$Si^4\,{}^{H^9}_{O^3}$
Aetherverbindung:		
Triaethylsiliciumoxyd:	$Si_1^4\,{}^{(C^2H^5)^6}_{O^2}$	$Si^4\,{}^{(C^2H^5)^9}_{O^3}$
etc.		
Unbekannt:	$Si_1^4\,{}^{H^6}_{(HO^2)^2}$	$Si^4\,{}^{H^9}_{(HO^2)^3}$
Aetherverbindung:		
S. g. Silicononylalkohol:	$Si_1^4\,{}^{(C^2H^5)^6}_{(C^2H^5O^2)^2}$	$Si^4\,{}^{(C^2H^5)^9}_{(C^2H^5O^2)^3}$
S. g. Essigs. Silicononylalkohol:	$Si_1^4\,{}^{(C^2H^5)^6}_{(C^2H^3O^4)^2}$	$Si^4\,{}^{(C^2H^5)^9}_{(C^2H^3O^4)^3}$
Siliciumhydrochlorür: (Siliciumchlorür) (Siliciumchloroforme)	$Si_1^4\,{}^{H^2}_{Cl^6}$	$Si^4\,{}^{H^3}_{Cl^9}$
Siliciumbromochlorür:	$Si_1^4\,{}^{Br^2}_{Cl^6}$	$Si^4\,{}^{Br^3}_{Cl^9}$
Siliciumoxychlorür:	$Si_1^4\,{}^{O^2}_{Cl^6}$	$Si^4\,{}^{O^3}_{Cl^9}$
Unbekannt:	$Si_1^4\,{}^{(HO^2)^2}_{Cl^6}$	$Si^4\,{}^{(HO^2)^3}_{Cl^9}$
Aetherverbindung:		
S. g. Trichlorhydrin vom Kieselsäureäther:	$Si_1^4\,{}^{(C^2H^5O^2)^2}_{Cl^6}$	$Si^4\,{}^{(C^2H^5O^2)^3}_{Cl^9}$
Siliciumhydrosulfochlorür: (Siliciumchlorosulfh drat)	$Si_1^4\,{}^{(HS^2)^2}_{Cl^6}$	$Si^4\,{}^{(HS^2)^3}_{Cl^9}$
Siliciumhydrooxyd (weisses Oxyd aus Chlorür):	$Si_1^4\,{}^{H^2}_{O^6}$	$Si^4\,{}^{H^3}_{O^9}$
Unbekannt:	$Si_1^4\,{}^{Cl^2}_{O^6}$	$Si^4\,{}^{Cl^3}_{O^9}$
Niedrigstes Kieselsäurehydrat:	$Si_1^4\,{}^{(HO^2)^2}_{O^6}$	$Si^4\,{}^{(HO^3)^3}_{O^9}$
Unbekannt:	$Si_1^4\,{}^{H^2}_{(HO^2)^6}$	$Si^4\,{}^{H^3}_{(HO^2)^9}$
Aetherverbindung:		
S. g. dreibasischer Kieselameisensäureäther:	$Si_1^4\,{}^{H^2}_{(C^2H^5O^2)^6}$	$Si^4\,{}^{H^3}_{(C^2H^5O^2)^9}$
S. g. dreibasischer Kieselpropionsäureäther:	$Si_1^4\,{}^{(C^2H^5)^2}_{(C^2H^5O^2)^6}$	$Si^4\,{}^{(C^2H^5)^3}_{(C^2H^5O^2)^9}$
Unbekannt:	$Si_1^4\,{}^{Cl^2}_{(HO^2)^6}$	$Si^4\,{}^{Cl^3}_{(HO^2)^9}$
Aetherverbindung:		
S. g. Monochlorhydrin vom Kieselsäureäther:	$Si_1^4\,{}^{Cl^2}_{(C^2H^5O^2)^6}$	$Si^4\,{}^{Cl^3}_{(C^2H^5O^2)^9}$
Mittleres Kieselsäurehydrat:	$Si_1^4\,{}^{O^2}_{(HO^2)^6}$	$Si^4\,{}^{O^3}_{(HO^2)^9}$
Aetherverbindung:		
6 od. 9 bas. Kieselsäureäther:	$Si_1^4\,{}^{O^2}_{(C^2H^5O^2)^6}$	$Si^4\,{}^{O^3}_{(C^2H^5O^2)^9}$

II. Specieller Typus:	$Si_1^4 \begin{matrix} H^4 \\ H^4 \end{matrix}$	oder $Si^4 \begin{matrix} H^6 \\ H^6 \end{matrix}$
Unbekannt: etc.	$Si_1^4 \begin{matrix} H^4 \\ Cl^4 \end{matrix}$	$Si^4 \begin{matrix} H^6 \\ Cl^6 \end{matrix}$
Unbekannt:	$Si_1^4 \begin{matrix} (HO^2)^4 \\ Cl^4 \end{matrix}$	$Si^4 \begin{matrix} (HO^2)^6 \\ Cl^6 \end{matrix}$
Aetherverbindung: S. g. Dichlorhydrin vom Kieselsäureäther: etc.	$Si_1^4 \begin{matrix} (C^2H^5O^2)^4 \\ Cl^4 \end{matrix}$	$Si^4 \begin{matrix} (C^2H^5O^2)^6 \\ Cl^6 \end{matrix}$
Unbekannt:	$Si_1^4 \begin{matrix} H^4 \\ (HO^2)^4 \end{matrix}$	$Si^4 \begin{matrix} H^6 \\ (HO^2)^6 \end{matrix}$
Aetherverbindung: 2. Prod. aus Monochlorhydrin v. Kieselsäureäther und Zinkaethyl:	$Si_1^4 \begin{matrix} (C^2H^5)^4 \\ (C^2H^5O^2)^4 \end{matrix}$	$Si^4 \begin{matrix} (C^2H^5)^6 \\ (C^2H^5O^2)^6 \end{matrix}$
Unbekannt:	$Si_1^4 \begin{matrix} H^4 \\ O^4 \end{matrix}$	$Si^4 \begin{matrix} H^6 \\ O^6 \end{matrix}$
Unbekannt:	$Si_1^4 \begin{matrix} H^2 \\ (HO^2)^2 \\ O^4 \end{matrix}$	$Si^4 \begin{matrix} H^3 \\ (HO^2)^3 \\ O^6 \end{matrix}$
Aetherverbindung: Prod. aus d. s. g. Kieselpropionsäureäther und Kalihydrat:	$Si_1^4 \begin{matrix} H^2 \\ (C^2H^5O^2)^2 \\ O^4 \end{matrix}$	$Si^4 \begin{matrix} H^3 \\ (C^2H^5O^2)^3 \\ O^6 \end{matrix}$

Diese Zusammenstellung und Formulirung zeigt, wie unnöthig die Annahme einer Vertretung des Kohlenstoffs durch das Silicium oder umgekehrt bei einigen dieser Verbindungen ist, die sich alle höchst einfach und ich denke auch naturgemäss in einen Typus zusammenfassen lassen. Mit der Nothwendigkeit der Annahme einer solchen Vertretung fällt auch ihre Berechtigung, da Letztere durch Nichts, als durch den Hinweis auf einige Kohlenstoffverbindungen, die sich den Körpern hier chemisch analog verhalten sollen, bis jetzt begründet worden ist.

Dem Typus $Si_1^4H^8$ oder Si^4H^{12} gehört aber nicht an das Silicon Wöhler's, für das ich früher[1] die Zusammensetzung $Si^2O, HO = Si^4H^2O^4$ wahrscheinlich zu machen gesucht habe und welchen Wöhler neuerdings die Formel: $Si_1^{12}H^6O^8$ beilegt[2]. Die erstere Formel wird $Si_1 = 14$ angenommen zu $Si_1^{12}H^4O^8$. Wäre Wöhler's Formel die richtige, so würde die Verbindung, von welcher das Silicon derivirte $Si_1^{12}H^{14}$, $Si_1^{12}H^{12}$ oder $Si_1^{12}H^6$ sein können:

$Si_1^{12}H^{14}$	$Si_1^{12}H^{12}$	$Si_1^{12}H^6$
$Si_1^{12} \begin{matrix} H^6 \\ O^8 \end{matrix}$	$Si_1^{12} \begin{matrix} H^5 \\ HO^2 \\ O^6 \end{matrix}$	$Si_1^{12} \begin{matrix} H^2 \\ (HO^2)^4 \end{matrix}$

Wäre meine Formel die richtige, so würde das Silicon am einfachsten als ein Abkömmling von $Si_1^{12}H^{12}$, nämlich $Si_1^{12} \begin{matrix} H^4 \\ O^8 \end{matrix}$ betrachtet werden können.

Beide Annahmen der Zusammensetzung führen also zu Formeln mit $12 Si_1$ oder wenn man die mögliche Division mit 2 ausführt, wenigstens zu solchen mit $6 Si_1$. Da in den oben angeführten Verbindungen aber $4 Si_1$ ausreichen, so bliebe für das Silicon nur die Annahme übrig, es sei der Abkömmling eines siliciumreicheren

1) Diese Zeitschrift Bd. II. p. 217.

2) Grundriss d. unorgan. Chemie 14. Aufl. 1868. p. 121.

und wasserstoffärmeren vielleicht mit $Si_1^4H^8$ homologen Kieselwasserstoffs oder doch das isologe Glied eines solchen.

Uebersetzt man aber die von Wöhler aufgestellte Formel in eine solche mit Si = 21, so hat man, da $Si_1^{12}H^6O^8$ zu $Si^4H^3O^4$ wird:

	Wöhler	Geuther
Silicon	$Si^4H^3O^4$	$Si^4H^2O^4$

In diesem Falle kommt man also zu Formeln mit 4 Si d. h. der gleichen Anzahl, wie bei den oben angeführten Verbindungen, und zwar wäre dann das Silicon ein Abkömmling von Si^4H^7 oder Si^4H^6. Der letztere Kieselwasserstoff, auf welchen zurück meine Formel führt ist aber ein Glied der isologen Reihe von Si^4H^{12}, welche nach der aus der Zusammensetzung der Verbindungen abstrahirten und in den speciellen Typen ausgedrückten Art der Wasserstoffdifferenzirung sich offenbar so formirt:

	$Si_1^4H^8$	oder	Si^4H^{12}
	$Si_1^4H^6$		Si^4H^9
	$Si_1^4H^4$		Si^4H^6
	$Si_1^4H^2$		Si^4H^3
allgemein:	$Si_1^4H^{2n-m.2}$		$Si^4H^{3n-m.3}$ [1]

Wäre diese Entwicklungsform der isologen Reihe die einzige, so könnte das Silicon, obwohl es als ein Derivat von Si^4H^6 erschiene und obwohl dieser Kieselwasserstoff ein Glied der isologen Reihe ist, doch kein Abkömmling von Si^4H^6 sein, weil die Differenzirung des Wasserstoffs darin nicht nach der Form $Si^4{}^{H^2}_{H^4}$, sondern nur nach der Form $Si^4{}^{H^3}_{H^3}$ möglich wäre, das Silicon aber der ersteren Form entsprechen würde.

Diese Verhältnisse zusammengenommen mit der Existenz von einigen Siliciumverbindungen, die gleichfalls nicht als Abkömmlinge dieser isologen Reihe erscheinen, wie das kryst. Siliciummagnesium Mg^5Si^2 [2] und das daraus entstehende weisse Oxyd: Si^2HO^5 [3] lassen an die Existenz zweier Entwicklungsformen, zweier isologen Reihen denken. Die zweite, nur bei Si = 21 mögliche Form wäre:

Si^4H^{12}
Si^4H^{10}
Si^4H^8
Si^4H^6
Si^4H^4
Si^4H^2
allgemein: $Si^4H^{3n-m.2}$

Beiden Reihen ist ausser Si^4H^{12} nur noch das Glied Si^4H^6 gemeinschaftlich. Von diesem Glied dieser 2. Reihe würde dann das Silicon, wenn seine Zusammensetzung durch $Si^4H^2O^4$ ausgedrückt wird, deriviren. Desgleichen würde das aus dem Siliciummagnesium hervorgehende Oxyd in diese Reihe gehören $Si^4{}^{H^2}_{O^{10}}$ und das Siliciummagnesium selbst Si^4Mg^{10}, während das Siliciumcalcium, aus dem das Silicon sich bildet: Si^4Ca^3 oder $Si_1^4Ca^2$ der ersteren isologen Reihe angehören würde.

Ausser dem von Friedel und Ladenburg durch die Einwirkung von Natrium auf den sog. dreibas Kieselameisensäureäther erhaltenen Siliciumwasserstoff:

---

1) Vergl. diese Zeitschr. Bd. I. p. 494.
2) Ebend. Bd. II. p. 208.
3) Ebend. p. 212.

$Si_{1}^{4}H^{8}$ oder $Si^{4}H^{12}$, welcher in reinem Zustande an der Luft sich nicht selbst entzündet, existirt, wie ich früher wahrscheinlich gemacht habe, noch ein zweiter im freien Zustande von der Zusammensetzung: $Si_{1}^{4}H^{4}$ oder $Si^{4}H^{6}$, der sich bei der Zersetzung des Siliciummagnesiums bildet[1]).

Dem oben Mitgetheilten zufolge würde Si = 21, das Normalhydrat der Kieselsäure $Si^{4}O^{12}$, 12HO, die Kieselsäure also eine 12 basische Säure sein Ob diese Form alle Silicate umfassen kann, wird einer näheren Prüfung bedürfen.

1) Vergl. diese Zeitschr. Bd. II. p. 218.

Anzeige.

Von VIRCHOW's Handbuch der speciellen Pathologie und Therapie ist in 2. Auflage auch die 2. Abtheilung des 5. Bandes erschienen, die Krankheiten des Herzens von Prof. FRIEDREICH und die Krankheiten der Blut- und Lymphgefässe von Prof. LEBERT. FRIEDREICH hat mit genauer Berücksichtigung der zahlreichen Arbeiten, die auf dem von ihm behandelten Gebiete seit der ersten Auflage publicirt wurden, diese 2. Auflage ergänzt und vermehrt. Irgend erhebliche Aenderungen in den Anschauungen des Verfassers und in der ganzen Darstellung sind nicht eingetreten.

Eine vollständige Umarbeitung hat die zweite Hälfte des Bandes erfahren und zwar sind es specieller die Krankheiten der Blutgefässe, deren Darstellung das Doppelte des Raums der ersten Auflage einnimmt. LEBERT hat zum Theil nach seinen eigenen monographischen Arbeiten die früher etwas kurz dargestellten Aneurysmen besonders ausführlich dargestellt. Auch die Beschreibung der Erkrankungen der Venen hat nicht unwesentliche Erweiterungen und Umänderungen erfahren. So dankenswerth nun auch das Bestreben des Verfassers ist, seine Darstellung zu einer möglichst vollständigen zu machen, so lässt sich doch kaum verkennen, dass seine Bearbeitung die Grenzen, innerhalb deren das Gesammtwerk angelegt ist, erheblich überschreitet. Bei sachgemässem Zusammenfassen, präciserer Darstellung und Meidung mannichfacher Wiederholungen wäre es unsers Erachtens nach möglich gewesen unbeschadet der Klarheit und Ausführlichkeit auf viel geringerem Raume das Gleiche zu leisten.

Seidel.



Ueber die Flimmerbewegung.

Von

Th. W. Engelmann

in Utrecht.

Mit Tafel VI.

Einleitung.

Die Bedingungen zu untersuchen, unter welchen die Flimmerbewegung zu Stande kommt, und die Veränderungen zu ermitteln, welche dieselbe bei Aenderung dieser Bedingungen erleidet, war die Aufgabe der folgenden Arbeit. Es war wünschenswerth, diese Aufgabe in möglichst weitem Umfang anzufassen. In der letzten Zeit hat sich die Ansicht immer mehr befestigt, dass alle die sogenannten Contractilitätserscheinungen, unter ihnen auch die Flimmerbewegung, im Wesentlichen unter gleichen Bedingungen stattfinden, alle im Wesentlichen durch dieselben Einflüsse begünstigt, durch dieselben Einflüsse gehemmt werden. Die Richtigkeit dieser Ansicht vorausgesetzt, bot sich somit die Aussicht, durch möglichst genaue Ermittelung dieser Bedingungen für eine der genannten Erscheinungen, auch auf die andern einiges Licht zu werfen. Zur Lösung dieser Aufgabe schien nun die Flimmerbewegung vor allen verwandten Bewegungen geeignet, weil sie in der Weite der Excursionen, in der Frequenz, mit welcher die Schwingungen der Flimmerhaare erfolgen, und in den mechanischen Leistungen der thätigen Flimmerhaare messbare Grössen an die Hand giebt. Die Amplitude der Schwingungen lässt sich unter dem Mikroskop messen, die Schwingungen lassen sich zählen. Der Grad der Beschleunigung oder der Verlangsamung der Flüssigkeitsströmung an der flimmernden Oberfläche kann wenigstens in den meisten Fällen in Zahlen ausgedrückt werden. Dieser Vortheil, zusammengehalten mit dem regelmässigen Rhythmus der Bewegungen, welcher dem Auge verhältnissmässig feine Aenderungen der Bewegung im Mikroskop zu bemerken gestattet, ist nicht hoch genug zu schätzen, wenn man weiss, wie schwierig es ist, bei andern Bewegungen, z. B. denen des Protoplasma,

zu entscheiden, ob eine kleine Beschleunigung oder Verlangsamung vorhanden, und wenn sie vorhanden, ob sie dem Einfluss des angewandten Agens zuzuschreiben sei oder noch in's Bereich der normalen Schwankungen falle.

Trotz dieser Umstände nun, welche die Flimmerbewegung als ein so besonders günstiges Untersuchungsobject erscheinen lassen und trotz des Umstandes, dass das Phänomen dieser Bewegung nun schon seit langen Jahren bekannt ist, kann man doch nicht sagen, dass mit der Lösung unserer Aufgabe bisher viel mehr als der Anfang gemacht worden sei. — In der bekannten Schrift von Purkinje und Valentin [1]), welche sich besonders über das Vorkommen der Flimmerbewegung sehr ausführlich verbreitet, findet man eine Aufzählung von vielen Stoffen, von denen angegeben wird, in welcher Verdünnung sie noch schädlich auf die Flimmerbewegung wirken. Diese Angaben sind indess ziemlich unbrauchbar, da die Abstufung der Concentrationsgrade eine sehr rohe war: es ist nur von 10-, 100-, 1000facher Verdünnung u. s. f. die Rede. Es gelten ferner alle Angaben nur für Flimmerhaare von Unio und Anodonta. Die Verfasser beschränken sich auf diese Muscheln, weil sie in der auch jetzt noch hie und da auftauchenden irrthümlichen Meinung befangen waren, dass es für solche Versuche gleichgültig sei, ob man das Flimmerepithel von der Schleimhaut eines Wirbelthieres oder von den Kiemen einer Muschel oder sonst woher nehme. Sie hätten überlegen sollen, dass die Bewegung von Flimmerhaaren, von denen die Einen während des Lebens von alkalischer Feuchtigkeit, andere, wie die der Süsswassermollusken, von beinahe reinem Wasser, wieder andere — die von Seethieren — von starker Kochsalzlösung umspült werden, sie hätten überlegen sollen, dass die Bewegungen dieser verschiedenen Arten von Flimmerhaaren nicht in allen Fällen durch dieselben Einflüsse in derselben Weise verändert werden können. So erwähnt denn auch schon Valentin [2]) selbst, dass das Blut von Wirbelthieren, welches »das beste Erhaltungsmittel der Flimmerbewegung der gleichartigen Geschöpfe sei«, auf die Flimmerbewegung von Muscheln vernichtend wirke.

Aus den Angaben von Purkinje und Valentin verdient ferner Erwähnung, dass die verlangsamte Flimmerbewegung durch mechanische Erschütterung verstärkt werden könne, eine Thatsache, die schon im

---

1) Purkinje et Valentin, De phaenomeno generali et fundamentali motus vibratorii. Wratislaviae 1835. — Valentin, Artikel Flimmerbewegung in R. W. H. I. pag. 484—516 1842.

2) a. a. O. p. 512.

Anfang dieses Jahrhunderts von STEINBUCH[1]) beobachtet worden ist. Dass bei höheren Wärmegraden die Bewegung erlischt, erwähnen die genannten Forscher gleichfalls. Sie konnten Flimmerhäute von Säugethieren und Vögeln »ohne Störung des Phänomens« momentan in Wasser von 81° Celsius tauchen. »Kiemenstücke von Unio konnten ohne »Nachtheil eine halbe bis zwei Minuten in Wasser von 44° bis 41° Celsius gehalten werden.« Zwischen 6° bis 12° Celsius soll die Bewegung bei warmblütigen Thieren in der Regel aufhören; vor Kälte erstarrte Frösche und eingefrorene Muscheln sollen dagegen »das Phä»nomen ungestört bewahren.« Ein vor Kälte erstarrtes Flimmerepithelium könne in der Regel durch Wiedererwärmung nicht wieder zum Leben gebracht werden. — Leiteten PURKINJE und VALENTIN mit Hülfe einer Leydener Flasche starke elektrische Schläge durch eine Muschel, so ward die Flimmerbewegung nicht im Geringsten verändert. — »Der Galvanismus hat« nach ihnen »nur in so fern Effect, als er mit ther»mischen und elektrolytischen Wirkungen verknüpft ist[2]).« Schliesslich erwähnen die Verfasser noch, dass es nicht gelinge, die Flimmerbewegung wieder zu erregen, wenn sie einmal vollständig durch Eintrocknen, Kälte, chemische Reagentien zur Ruhe gebracht worden sei.

Bald nach der Arbeit von PURKINJE und VALENTIN erschien der erste Band von TODD's Cyclopaedia of Anatomy and Physiology, für welchen SHARPEY[3]) den Artikel Cilia bearbeitet hatte. Ein Abschnitt[4]) dieses Artikels ist den Einflüssen äusserer Agentien auf die Flimmerbewegung gewidmet. Im Allgemeinen werden PURKINJE's und VALENTIN's Erfahrungen bestätigt, insbesondere was den Einfluss der Spannungselektricität und des galvanischen Stromes angeht. Erwähnung verdient aber, dass SHARPEY ausdrücklich auf den Unterschied aufmerksam macht, welchen dieselben Substanzen in ihrer Wirkung auf Flimmerhaare von verschiedenen Thieren zeigen. Er beobachtete beispielsweise, dass süsses Wasser augenblicklich die Bewegung bei Seewassermollusken aufhob, dass schwache Lösung von salzsaurem Morphium wohl die Bewegung bei der Flussmuschel, nicht aber bei Froschlarven vernichtete, dass Blut von Wirbelthieren sogleich die Flimmerbewegung der Wirbellosen hemmte. Von der Beschleunigung durch mechanische Erschütterung bemerkt er, ob sie nicht vielmehr auf Wegräu-

---

1) STEINBUCH, Analekten neuer Beobachtungen u. Untersuchungen zur Naturkunde. Fürth, 1802.

2) VALENTIN, a. a. O. 511.

3) SHARPEY, Art. Cilia in: TODD, Cyclop. of Anat. and Physiol. Vol. I. 1835—36. pag. 606—638.

4) a. a. O. pag. 634

mung eines Hindernisses, als auf directer Reizung beruhe. Endlich erwähnt er, dass das Flimmerphänomen auf den Kiemen von Froschlarven ungehindert fortbestehe in ausgekochtem, in destillirtem und in kohlensäurehaltigem Wasser.

Die nächste wichtige Bereicherung erfuhr die Lehre von der Flimmerbewegung durch die Entdeckung des Einflusses von Kali und Natron durch VIRCHOW[1]. Dieser fand bei Untersuchung einer menschlichen Trachea, dass diese beiden Stoffe die zur Ruhe gekommene Flimmerbewegung wieder erwecken können. Als er zu einem Objecte, an dem die anfangs sehr lebhafte Bewegung zum Theil nachgelassen hatte, zum Theil sehr schwach geworden war, Kalilauge hinzufügte, sah er »an allen Stellen die Bewegung sich wieder beleben und so lange an- »dauern, bis eine Zerstörung der Theile selbst durch Corrosion eintrat.« Ebenso wie das Kali verhält sich nach VIRCHOW das Natron; Ammoniak soll dagegen die Bewegung sofort zum Stillstand bringen. Letzteres stimmte mit der älteren Beobachtung von PURKINJE und VALENTIN überein, welche fanden, dass kaustisches Ammoniak noch in 1000-facher Verdünnung die Bewegungen hemmte. — Zwei Jahre später theilte KÖLLIKER[2] im Anhang zu einer umfassenden Untersuchung über die Samenflüssigkeit einige Beobachtungen über Flimmerbewegung mit. Er fand, dass die Flimmern der Froschzunge »in NaCl von 1% und »2NaO, HO, PO_5 von 5% und 10% in lebendigster Action bleiben, »dass dagegen NaCl von 5% ihre Bewegung aufhebt, welche jedoch »durch nachherigen Zusatz von Wasser wiederkommt.« Aehnliches fand er für die Bewegungen von Opalina und von der kleinen Flagellate aus dem Mastdarm der Frösche. —

So waren erst wenige Mittel gefunden, welche die erschlaffte Bewegung wieder zu beleben im Stande waren. Dass man denselben Effect durch Temperatursteigerung erreichen könne, ward bald darauf durch CALLIBURCÈS[3], einen Schüler CLAUDE BERNARD's gezeigt. Derselbe construirte einen Apparat, welcher aus einem oben durch einen Metalldeckel verschlossenen Glasgefäss bestand, in welchem auf einer in verticaler Richtung verstellbaren Platte die Rachenschleimhaut eines Frosches horizontal ausgespannt war. Durch Verstellung einer Schraube

---

1) VIRCHOW, Ueber die Erregbarkeit der Flimmerzellen. In: Arch. f. path. Anat. Bd. VI. 1854. pag. 133.

2) KÖLLIKER, Physiol. Studien über die Samenflüssigkeit. Ztschr. f. wiss. Zool. 1856. Bd. VII. pag. 251.

3) J. CALLIBURCÈS, Recherches expérim. sur l'influence exercée par la chaleur sur les manifestations de la contractilité des organes. In: Compt. rend. Vol. XLXII. 1858. pag. 638.

konnte die Platte mit der Rachenschleimhaut so eingestellt werden, dass letztere mit einem sehr dünnen horizontal gelagerten Glascylinder, dessen Axe ein feiner Aluminiumdraht bildete, in Berührung kam. Durch die Thätigkeit der Flimmerhaare ward das Glascylinderchen in Umdrehung versetzt. An dem einen Ende des die Axe des Glascylinderchens bildenden Aluminiumdrahtes, welches eine der Wände des Glasgefässes durchbohrte, war ein dünner Glasfaden befestigt, welcher sich als Zeiger über eine aussen auf dem Glasgefäss eingeritzte Kreistheilung hinbewegte. Die Bewegungen des Glascylinderchen im Innern der Flasche konnten somit aussen in vergrössertem Maassstabe abgelesen und gemessen werden. Aus Versuchen, die CALLIBURCÈS an 52 Schleimhäuten anstellte, ging nun hervor, dass bei einer Temperatur von 28° C. die Bewegung des Zeigers im Mittel etwa sechs Mal schneller war, als bei einer Temperatur von 12° bis 19° C. — BERNARD[1], der diese Beobachtungen erwähnt, fügt hinzu, dass die Intensität der Bewegung »va en augmentant jusqu'a 30 ou 60 degrés, point à partir »duquel le mouvement commence à diminuer, pour cesser compléte- »ment à 80 degrés.« —

In den im Sommer 1864 von CLAUDE BERNARD gehaltenen Vorlesungen über die Eigenschaften der lebenden Gewebe, worin die Flimmerbewegung ausführlich behandelt wird, finden sich einige bemerkenswerthe Beobachtungen mitgetheilt. Bringt man, nach BERNARD, den Oesophagus eines Frosches unter eine Glocke, unter welcher ein mit Aether getränkter Schwamm liegt, so sieht man bald die Bewegung vollständig aufhören, nach dem Abheben der Glocke aber sogleich wieder beginnen. BERNARD bestätigt den wiederbelebenden Einfluss der Alkalien und fügt die interessante Thatsache bei, dass auch der durch Säuren herbeigeführte Stillstand durch Alkalien aufgehoben werden könne. Die Gase sollen gar keinen Einfluss ausüben, wovon man sich leicht überzeugen könne, wenn man nach einander den Oesophagus eines Frosches in den luftleeren Raum, in Kohlensäure, in Sauerstoff, in Stickstoff und in die andern Gase bringe: die Flimmerbewegung bestehe darin genau so fort wie in atmosphärischer Luft.

Ueber den Einfluss der Elektricität wurden im Jahre 1865 neue Untersuchungen durch KISTIAKOWSKY[2] im Grazer physiologischen Laboratorium angestellt. Derselbe mass die Stärke der Flimmerbewegung,

---

1 CLAUDE BERNARD. Leçons sur les proprietes des tissus vivants. Paris 1866. p. 146.

2 KISTIAKOWSKY. Ueber die Wirkung des constanten und Inductionsstromes auf die Flimmerbewegung. In: Wiener Sitzungsber. Bd. LI. 1865. pag. 263—279.

indem er die Geschwindigkeit eines durch die Bewegung der Härchen über die Rachenschleimhaut des Frosches geführten Signals bestimmte. Das Signal bestand aus einem kleinen an einem Coconfaden hangenden Siegellacktropfen. Die Geschwindigkeit der Bewegung des Signals ward durch die Schläge eines Pendels gemessen. Die mit Humor aqueus eben bedeckte Rachenschleimhaut wurde in einem flachen viereckigen Glastroge der Länge nach ausgespannt zwischen zwei oben und unten durch Blasenstücke geschlossenen und mit Hühnereiweiss gefüllten Glasröhren. Diese tauchten mit ihren unteren Enden in mit Zinkvitriol gefüllte Gefässe, aus welchen Elektroden von amalgamirtem Zink zur Kette führten. Bei Anwendung eines constanten Stromes von 6 Chromsäure-Kohle-Elementen erhielt nun Kistiakowsky folgende Resultate. Bei geschlossener Kette bewegte sich das Signal schneller als bei geöffneter, zuweilen um das Zwei- bis Dreifache. Nach Oeffnung des Stromes zeigte sich eine allmählich verschwindende Nachwirkung: die Geschwindigkeit des Signals nahm allmählich wieder ab, so dass nach einigen Minuten die anfängliche Schnelligkeit ungefähr wieder erreicht war. In den meisten Fällen verminderte sich die Schnelligkeit des Signals allmählich in den späteren an ein und derselben Membran angestellten Versuchen (»Ermüdung« Kistiakowsky). Ein Einfluss der Stromesrichtung war nicht wahrzunehmen. »Dagegen zeigte es sich in »Versuchen, die, unmittelbar auf einander folgend, mit derselben Stro- »mesrichtung angestellt wurden, dass die anfängliche Beschleunigung »allmählich abnimmt; wird dann umgelegt, so tritt manchmal eine »neue Beschleunigung ein, die wieder allmählich abnimmt, ein neues »Wenden des Stromes beschleunigt dann wieder u. s. f.« Doch soll die Beschleunigung beim Umlegen des Stromes oft sehr gering sein, oft auch ganz fehlen. — Der Einfluss von Inductionsschlägen eines du Bois'-schen Schlittenapparates (ohne Helmholtz'sche Abänderung) bestand ebenfalls in Beschleunigung der Bewegung des Signals; in den angeführten Versuchen erreichte die Schnelligkeit der Bewegung während des Einflusses der Inductionsströme zuweilen die dreifache, ja fünffache Höhe. Eine deutliche Nachwirkung war vorhanden. — Für die Beobachtung des Einflusses elektrischer Ströme unter dem Mikroskop giebt Kistiakowsky einen Objectträger mit unpolarisirbaren Elektroden an und erwähnt, dass es auch hier gelinge, »eine sichtliche und »nicht zu verkennende Beschleunigung an Präparaten, deren selbstän- »dige Bewegung sich nach längerem Liegen in Humor aqueus bedeu- »tend verlangsamt hat«, wahrzunehmen. — Kistiakowsky zieht aus diesen Beobachtungen den Schluss, dass der constante wie der Inductionsstrom eben so wie die Wärme und wie Kali und Natron erre-

gend auf die Flimmerbewegung wirken. Ob dieser Einfluss der Elektricität nicht vielleicht auf Erwärmung des einen starken Widerstand bietenden Präparates zu setzen sei, wird nicht in Erwägung gezogen.

Die nächste auf unseren Gegenstand bezügliche Arbeit ward von M. Roth geliefert. Nachdem derselbe in einer kurzen Mittheilung [1]) darauf aufmerksam gemacht hatte, dass alle »protoplasmaartigen Bewegungserscheinungen« (Protoplasma-, Flimmer-, und Spermabewegung) in schwach alkalischen, niemals in sauren Flüssigkeiten stattfinden, wendet er sich in einem zweiten Artikel [2]) der Flimmerbewegung speciell zu. Er beobachtete vorzugsweise Flimmerzellen aus den Eileitern von Fröschen und von den Kiemen von Anodonta. Letztere wurden in Wasser, erstere in Iodserum, Kochsalz von 0,5 % oder phosphorsaurem Natron von 2 % bis 2,5 % untersucht. Roth bestätigte den beschleunigenden Einfluss der Wärme. Er findet die obere Temperaturgrenze für die Bewegung der Flimmerzellen des Frosches bei 44° bis 45° C. Nur kurze Zeit auf diese Temperatur erwärmt, können die Flimmerzellen beim Abkühlen wieder erwachen; bei längerer Einwirkung tritt Tod ein. Dieser erfolgt meist erst bei 48°, »unter ungünstigen Bedingungen« aber schon früher. Aehnliches gilt für die Flimmerzellen von Anodonta und vom Kaninchen. — Die Erfahrungen von Purkinje und Valentin, über den Einfluss niederer Temperaturgrade, werden bestätigt. Bei Zellen von Anodonta konnte die Bewegung noch nach kurz dauernder Abkühlung auf —3° bis —4° C. wieder erweckt werden. »Bei —6° C. war immer Tod eingetreten.« — Roth fand ferner, dass durch Aenderung der Concentration des Mediums eine zur Ruhe gekommene Bewegung wieder hergestellt werden könne. War die Flimmerung (beim Frosch) durch Kochsalz von 1 % abgeschwächt, so erschien sie beim Verdrängen mit Kochsalz von 0,5 % wieder in der alten Lebhaftigkeit. Nachdem Roth noch den günstigen Einfluss der Alkalien, den schädlichen der Säuren und Metallsalze bestätigt hat, gedenkt er schliesslich noch der Wirkung mechanischer Reize. Er konnte die stillstehende Bewegung durch Klopfen auf das Deckgläschen, durch mehrmaliges Lüften desselben, am besten aber durch einen Flüssigkeitsstrom (von derselben Concentration) wieder erwecken, den er unter dem Deckglase durchgehen liess. Diese Versuche reichen für Roth aus, eine »mechanische Reizbarkeit« der Flimmerhaare zu beweisen.

---

1) Roth, Ueber die Reactionen der Gewebe mit protoplasmaartigen Bewegungserscheinungen. Virchow's Arch. Bd. XXXVI. 1866, p. 145—147.

2) Roth, Ueber einige Beziehungen des Flimmerepithels zum contractilen Protoplasma. Ib. Bd. XXXVII. pag. 184—195.

Fast gleichzeitig mit der Roth'schen Arbeit erschien ein Aufsatz von Kühne[1]), in welchem der wichtige Nachweis geliefert wurde, dass die Flimmerzellen zu ihrer Thätigkeit Sauerstoff bedürfen. Verdrängte Kühne, der an Flimmerzellen von Anodonta experimentirte, die atmosphärische Luft in der feuchten Kammer durch reinen Wasserstoff, so hörte die Bewegung nach einiger Zeit auf, um, bei Zumischung schon äusserst geringer Sauerstoffmengen, sofort wieder zu beginnen. Kühne überzeugte sich mittelst des Spectroskops bei Flimmerzellen, die in Hämoglobinlösung lagen, dass der Stillstand erst dann eintrat, wenn aller Sauerstoff verschwunden war. Auf demselben Wege überzeugte er sich, dass die Flimmerzellen der Muschel nicht bloss der Luft, sondern auch dem Oxyhämoglobin den Sauerstoff entziehen können. — Kohlensäure bewirkte, selbst wenn sie in nur sehr kleinen Mengen einem sauerstoffhaltigen Gasgemisch beigemengt war, sofort Stillstand, der durch reine atmosphärische Luft aufgehoben werden konnte. Brachte Kühne die Bewegung durch Dämpfe von kohlensaurem Ammoniak zur Ruhe, so konnte er sie durch Essigsäuredämpfe wieder erwecken und umgekehrt den Säurestillstand durch Ammoniak aufheben. Merkwürdigerweise gelang es ihm aber nie, einen Ammoniakstillstand durch Kohlensäure zu beseitigen, woraus er auf eine specifisch schädliche Wirkung der Kohlensäure schliesst. Von Kohlenoxyd sah Kühne keine Wirkung.

Eine kurze Erwähnung verdient die Beobachtung von Huizinga[2]), dass Ozon erst beschleunigend, dann hemmend auf die Flimmerbewegung von Opalina ranarum wirke; ferner die vor Kurzem erschienene Arbeit von A. Stuart[3]), worin in Bezug auf Temperatur die Erfahrungen von Purkinje und Valentin, und von Calliburcès, in Bezug auf Elektricität die von Kistiakowsky, ebenso der von Virchow entdeckte Einfluss der Alkalien, die schädliche Wirkung der Säuren, endlich der schon von Purkinje und Valentin und unlängst von Roth beobachtete Einfluss verschieden concentrirter Lösungen von chemisch indifferenten Substanzen bestätigt werden.

Meine eigenen Versuche wurden Ende März 1867 begonnen. Ein Theil der Resultate, zu welchen ich bis Mitte Juni gelangt war, findet

1) W. Kühne, Ueber den Einfluss der Gase auf die Flimmerbewegung. Arch. f. mikr. Anat. 1866. II, p. 372—378.

2) Huizinga, Chemisch-biologische Notizen über Ozon. Centralbl. f. d. med. Wiss. 1867. pag. 323.

3) Alex. Stuart, Ueber die Flimmerbewegung. Diss. inaug. Dorpat 1867. — S. a. Ztschr. f. rat. Med. 1867.

sich publicirt in einer vorläufigen Mittheilung[1] und ausführlich im Archiv von DONDERS und KOSTER[2]. Die Versuche waren meist an Flimmerzellen der Rachenschleimhaut vom Frosch angestellt und ich bediente mich bei vielen derselben einer feuchten Kammer eigener Construction, welche das Durchleiten von Gasen, elektrische Reizung mit unpolarisirbaren Elektroden, und die Anwendung auf dem heizbaren Objecttisch gestattete. Die Hauptergebnisse waren folgende. In Wasserstoff erlischt die Bewegung. Der Wasserstoffstillstand kann durch Sauerstoff aber auch ohne Sauerstoffzutritt durch Säuren und Alkalien aufgehoben werden, falls er nicht zu lange Zeit bestanden hat. — Reiner Sauerstoff beschleunigt im Allgemeinen die Bewegungen. — Die verschiedensten Säuren, wie Kohlensäure, Milchsäure, Essigsäure, Salzsäure, Schwefelsäure, erwecken die in atmosphärischer Luft oder reinem Sauerstoff in sogenannten indifferenten Flüssigkeiten erloschene Bewegung wieder, und bewirken erst nach längerer Einwirkung Stillstand unter Trübung der Zellen. Der Kohlensäurestillstand kann durch einen Strom Luft, Sauerstoff oder Wasserstoff, der durch andere Säuren herbeigeführte Stillstand aber in der Regel nur durch Alkalien aufgehoben werden. Ammoniak, Kali und Natron erwecken die in Sauerstoff, unter Umständen auch die in Wasserstoff erloschene Bewegung ohne vorherigen Sauerstoffzutritt. Im Ueberschuss bewirken sie Stillstand, welchen Säuren — auch Kohlensäure — beseitigen können. — Durch Temperaturerhöhung kann die in Luft, Sauerstoff, für kurze Zeit oft auch die in Wasserstoff zur Ruhe gekommene Flimmerung wieder angefacht werden. — Die Bewegungen der Spermatozöen des Frosches verhalten sich unter dem Einfluss der hier genannten Agentien im Wesentlichen ebenso wie die Flimmerbewegung. — Zugleich wurden einige Beobachtungen über Richtung, Frequenz und Form der Bewegungen der Flimmerhaare mitgetheilt. Die Thatsache, dass die Flimmerhaare nach einer Richtung — vorwärts — schneller als nach der entgegengesetzten schlagen, wurde erklärt durch den Nachweis besonderer elastischer Kräfte, welche an der Basis jedes Flimmerhaars wirken, das Haar in vorwärts geneigter Lage zu halten bestreben, sich der Rückwärtsbewegung des Haars widersetzen. Endlich wurde, zur Erklärung der »unter gewöhnlichen Bedingungen« nach Entfernung aus dem Organismus eintretenden Starre der Flimmerhaare, die An-

1 Ueber die Flimmerbewegung. — Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1867. Nr. 42.

2 Over de trilbeweging. — Nederl. Archief voor Genees-en Natuurkunde. Deel III. 1867. p. 304—356. M. 1 Plaat.

nahme herbeigezogen, dass diese Starre auf Bildung eines Gerinnsels (etwa Myosin) in der contractilen Substanz des Haares beruhe, und die Vermuthung ausgesprochen, dass die belebende Wirkung der Säuren und Alkalien möglicherweise der Verflüssigung dieses Gerinnsels zuzuschreiben sei. — Im October vorigen Jahres nahm ich die Versuche wieder auf und untersuchte zunächst den Einfluss von Wasser, von verschieden concentrirten Salzlösungen, von Aether, Alkohol, Schwefelkohlenstoff, Chloroform und von verschiedenen Giften. Eine kurze Notiz [1]) hierüber wurde durch Professor Donders der k. Akademie der Wissenschaften zu Amsterdam mitgetheilt.

Inzwischen ist noch eine unseren Gegenstand betreffende Arbeit von Huizinga [2]) erschienen. Derselbe stellte seine Versuche an Opalina Ranarum an. Dabei fand er die Angaben von Kühne und mir über Säure- und Alkalistillstand bestätigt; unter dem Einfluss von Chloroform, Aether- und Schwefelkohlenstoffdämpfen sah er die Bewegungen erlöschen, bei Aether zuweilen erst nach 20 Minuten. Bei einmal durch Aether oder Chloroform bewegungslos gewordenen Opalinen erwachte nach Zufuhr reiner Luft die Bewegung nicht wieder. Beim Schwefelkohlenstoff gelang diess vorübergehend. Schweflige Säure tödtete schon in äusserst kleinen Mengen, und weder Luft noch Ammoniak konnten diese Wirkung aufheben. In Schwefelwasserstoff lebten viele Opalinen noch nach 5 Minuten. Chlor, Ozon und salpetrige Säure bewirkten schnell Stillstand, den weder Luft noch Ammoniak beseitigten.

---

1) Trilhaar-en protoplasmabeweging onder d. invloed v. verschill. agentia. — Process verbaal d. k. Akad. v. wetensch. — Vergadering 30 November 1867.

2) Huizinga, Ueber die Einwirkung einiger Gase auf Flimmer-, Blut-, und Eiterzellen. — Centralbl. f. d. med. Wiss. 25. Jan. 1868.

Beschreibung einer Gaskammer für mikroskopische Untersuchungen.

Bei den meisten der folgenden Versuche brauchte ich einen Apparat, der die Einwirkung von Gasen auf das im Gesichtsfeld des Mikroskops befindliche Object zu beobachten gestattete. Hierzu liess ich eine Gaskammer verfertigen, die so eingerichtet ist, dass sie sowohl allein, als in Verbindung mit dem heizbaren Objecttisch von Max Schultze gebraucht werden kann, und zu gleicher Zeit die Anwendung der elektrischen Reizung in verschiedenen Gasen erlaubt. Es können dabei die stärksten Objectivsysteme angewendet werden, und weil der Apparat klein ist, kann man ihn ohne Weiteres bei jedem Mikroskop gebrauchen. Seine Dauerhaftigkeit und die Bequemlichkeit mit der er sich handhaben lässt, möchten ihn vor ähnlichen, früher beschriebenen Apparaten empfehlen. Man kann ihn vom Mechanikus Herrn Olland in Utrecht beziehen.

Die Gaskammer (s. Tafel VI. Fig. 1—3) besteht aus einen Kästchen von 80 Mm. Länge, 42 mm. Breite und 6 Mm. Höhe. Die Seitenwände sind von Messing; den Boden bildet eine mittelst eines schwer schmelzbaren Kittes luftdicht eingekittete Glastafel (*f*) von 1 Mm. Dicke, 80 Mm. Länge und 36 Mm. Breite. Der Deckel des Kästchens (*aa*) ruht auf einem 1 Mm. tiefen stufenartigen Ausschnitt der Seitenwände und ist abhebbar. Beim Gebrauche wird dieser Ausschnitt der Gaskammer, in welchen der Deckel eingelegt wird, oder die Ränder des Deckels selbst mit etwas Fett bestrichen, und der Deckel fest aufgedrückt. Diess reicht bei weitaus den meisten Versuchen zu einem völlig luftdichten Verschluss hin. Nur wenn der Druck im Innern des Gaskammer auf eine bedeutende Höhe steigen sollte, kommt es vor, dass die blosse Adhäsion nicht mehr genügt, und der Deckel dann von Innen gelüftet wird. In diesen Fällen kann man den Deckel durch eine oder zwei Messingklammern (*cc* Figg. 1, 2, 3) in angepresster Lage fixiren.

Für gewöhnlich dient ein Messingdeckel von 76,5 Mm. Länge,

36 Mm. Breite und 1 Mm. Dicke, der in seiner Mitte ein Loch (*b* Fig. 1 u. 2), von etwa 15 Mm. Durchmesser hat. Diese Oeffnung wird verschlossen durch ein auf der innern Seite des Deckels, mittelst irgend eines in Wasser unlöslichen Kittes befestigtes Deckglas von beliebiger Dünne. Die Ränder der Oeffnung sind nach unten keilförmig zugeschärft, so dass die Oeffnung auf der äusseren Seite einige Millimeter weiter ist (etwa 17 Mm. im Ganzen) als auf der inneren Seite. Diese Einrichtung gewährt den Vortheil, dass man mit breitgefassten, starken Objectivsystemen das Präparat in grösserer, namentlich seitlicher Ausdehnung untersuchen kann als es bei einer cylindrischen Form des Loches möglich sein würde. — Das Object kommt in einem Tropfen Flüssigkeit auf die Seite des Deckgläschens, welche beim Auflegen des Deckels dem Inneren der Gaskammer zugekehrt wird. Der Deckel lässt sich, wie man schon aus der Beschreibung sieht, ganz wie ein gewöhnlicher Objectträger handhaben. Man vermeidet hierbei den Uebelstand, welcher die neuerdings von Böttcher, Stricker, Huizinga angegebenen Apparate kennzeichnet, dass nämlich das Deckglas selbst, auf welchem das Präparat liegt, auf den mit Fett bestrichenen Rand aufgedrückt wird. — Der verticale Abstand des Objects von der Oberfläche des Objecttisches beträgt im Mittel nur etwa 4 Mm. Die Helligkeit des Gesichtsfeldes nimmt hierbei so wenig ab, dass bei nur einigermassen erträglichem Himmel, selbst bei Immersionslinsen wie Nr. 10 von Hartnack noch ziemlich enge Diaphragmen im Objecttisch benutzt werden können. — Will man die Gaskammer auf dem heizbaren Objecttisch von Schultze benutzen, welcher nur ein dünnes Strahlenbündel durchlässt, so kann es bei ungünstigem Himmel wünschenswerth werden, das Object in eine grössere Nähe zum Spiegel zu bringen. Man kann dann einen gläsernen Deckel von denselben Dimensionen wie der erstere, aber mit weiterer Oeffnung, benutzen, auf dessen innere Seite ein etwa 2 Mm. hoher, unten durch das Deckglas verschlossener Glasring aufgekittet ist. Dann befindet sich das Object nur etwa 2 Mm. über der Oberfläche des Objecttisches. Wenn man mit schwächerer Vergrösserung untersuchen will, kann man den Tropfen mit dem Object auch unmittelbar auf die Glasplatte bringen, welche den Boden der Gaskammer bildet. Auch könnte man, obschon weniger praktisch, Glasring und Deckglas weglassen, am Tubus des Mikroskops eine feuchte Kammer der Recklinghausen'schen Construction anbringen und diese aussen auf den Deckel der Gaskammer aufsetzen. Das Object würde dann auf den Boden der Gaskammer kommen. In diesem Falle befände sich das Objectivsystem in einem mit der Gaskammer communicirenden Raum. Es kann durch die Oeffnung im Deckel beliebig weit

in die Gaskammer hinabgesenkt werden. Der grössere Durchmesser der Oeffnung im Deckel erlaubt selbst bei tiefem Stand des Objectivs genügende seitliche Excursionen. Für Objectivsysteme, deren Fassung nicht allzubreit ist, reicht ein Durchmesser der Oeffnung von 20 Mm. aus. Auf die Zuverlässigkeit der Thermometerangaben bei Anwendung der Gaskammer auf dem heizbaren Objecttisch kommen wir später zurück.

Um in der Gaskammer elektrisch zu reizen, kann man sich eines gläsernen Deckels Fig. 4 u. 5 von den oben angegebenen Dimensionen bedienen, welcher in der Mitte eine oben 17, unten 15 Mm. weite, unten durch ein Deckglas verschlossene Oeffnung besitzt. Unweit dieser Oeffnung findet sich zu beiden Seiten je eine kleine cylindrische Durchbohrung im Deckel, durch welche die Elektroden in's Innere der Kammer gelangen. Auf die Einrichtung der Elektroden komme ich bei Besprechung des Einflusses elektrischer Reizung zurück. — Das Object befindet sich auch hier in einem an der Unterseite des Deckgläschens hängenden Tropfen. Reizt man auf dem heizbaren Objecttisch, so benutzt man, falls die Beleuchtung nicht günstig genug sein sollte, besser einen Glasdeckel mit weiterer Oeffnung, und kann, wie oben, entweder das Deckglas durch Vermittlung eines Glasringes herabrücken, oder man setzt eine Recklinghausen'sche Kammer auf und bringt das Object und die Elektroden auf den Boden der Gaskammer.

Um die Gase in den Apparat ein- und auszuführen, ist in der Mitte von jeder der zwei kürzeren Seitenwände eine Messingröhre von 4 Mm. Dicke und 2 Mm. Lumen eingeschraubt, über welche der Kautschukschlauch gezogen wird. Bei Anwendung auf Schultze's heizbarem Objecttisch ist es, der Erhitzung der Kautschukschläuche halber, nöthig, dass die Enden dieser Röhren über die Ränder des Tisches herausragen. Eine Länge von 36 Mm. ist hierzu ausreichend. — Wie man sieht, kann die Gaskammer auch als gewöhnliche feuchte Kammer benutzt werden. Sollten die langen Ansatzröhren beim gewöhnlichen Gebrauche unbequem werden, so schraubt man sie ab und verschliesst die Oeffnungen mit nassen Papierpfröpfen u. dgl., oder schraubt kurze Röhrchen an. Man hat hier den Vortheil vor der Recklinghausen'schen Kammer, dass Mikroskop und Object sich nicht in fester Verbindung mit einander befinden.

Untersuchung.

Bei der mikroskopischen Beobachtung der Schwingungen von Flimmerhaaren hat man vor Allem auf Form und Geschwindigkeit der Bewegungen zu achten. Aendert sich die Bewegung, so hätte man jedesmal zu untersuchen, ob und wie sich jeder Einzelne dieser Factoren ändere. Ehe wir jedoch diese Aenderungen betrachten, mögen der Flimmerbewegung, so wie sie unter normalen Verhältnissen von Statten geht, einige Worte gewidmet werden. Wir haben hierbei nur flimmernde Epithelzellen im Auge, besonders die der Rachenschleimhaut des Frosches, nehmen also keine Rücksicht auf unter dem Einfluss des »Willens« stehende Wimpern, welche z. B. bei den Infusorien in so grosser Verbreitung vorkommen.

Die normalen Schwingungen der Flimmerhaare erfolgen in einer senkrecht auf der Oberfläche der Zelle stehenden Ebene. Davon überzeugt man sich leicht — z. B. an den Fühlern lebender Süsswasserschnecken, an den Kiemen von Muscheln, an quer herausgeschnittenen Streifen der Rachenschleimhaut vom Frosch — wenn man in der Richtung dieser Schwingungsebene auf die Zellen sieht. Blickt man tangential zur Oberfläche der Zelle in der Schwingungsebene, so erkennt man, dass diese Letztere genau senkrecht auf der Oberfläche der Zelle steht. Blickt man vertical von oben auf die Zelle, so scheint sich jeder Punct eines Haares in einer geraden Linie hin und her zu bewegen. Zugleich bemerkt man, dass benachbarte Flimmerhaare in parallelen Richtungen schwingen. Diese Richtungen sind constant und, wie sich schon aus den gröberen mechanischen Wirkungen der Flimmerthätigkeit auf thierische Oberflächen leicht ergiebt, im Allgemeinen der Längsaxe des betreffenden Organs (Mund- und Rachenhöhle, Oesophagus, Luftwege, Tuben etc.) parallel.

Zur Untersuchung des Verlaufs der Bewegung innerhalb der Schwingungsebene, zur Ermittelung der verschiedenen Lagen, welche das Haar während eines Hin- und Hergangs nacheinander annimmt, ist es nöthig, senkrecht zur Schwingungsebene auf die Flimmerzellen zu blicken; man muss also die Zellen so lagern, dass die Schwingungs-

ebene der Oberfläche des Objecttisches parallel ist. Diess erreicht man z. B. bei thierischen Schleimhäuten, wie der Rachenschleimhaut des Frosches leicht, wenn man schmale Längsstreifen der Haut genau in der Richtung der Bewegung herausschneidet. Dann hat die Schwingungsebene von selbst die gewünschte Lage.

VALENTIN[1]), dessen Angaben in die Lehrbücher der Physiologie übergegangen sind, unterscheidet nun vier Typen der Bewegung: die hakenförmige, die trichterförmige, die schwankende (pendelförmige) und die wellenförmige Bewegung. Von diesen soll die hakenförmige bei weitem die häufigste sein (bei allen Wirbelthieren, Gastropoden, Muscheln etc.). Die schwankende Bewegung soll sich nur finden, wo die Flimmerbewegung schwächer wird und auch dann nur ausnahmsweise. Gleichfalls ausnahmsweise und nur wenn das Phänomen im Erlöschen begriffen war, glauben PURKINJE und VALENTIN die wellenförmige Bewegung bei einzelnen Wirbelthieren bei ihren ersten Untersuchungen gesehen zu haben. Später ist sie VALENTIN nicht mehr vorgekommen. Die trichterförmige Bewegung soll bei den »mehr rundlichen Haaren« nicht selten wahrgenommen werden. — Die Annahme, dass die hakenförmige Bewegung die normale Form sei, setzt voraus, dass das Flimmerhaar im normalen Zustand nur auf bestimmten Strecken seiner Länge activ beweglich sei. In den häufigsten Fällen hakenförmiger Bewegung würde ein der Basis anliegendes Stück des Haars active Beweglichkeit besitzen, der übrige Theil bis zur Spitze aber steif, nur passiv beweglich sein. Das passiv bewegliche Spitzenstück kann

---

1) R. WAGNER's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. pag. 502. 1842. — Hier heisst es: »Die Bewegungsart der Wimpern .... kann auf folgende vier Typen reducirt werden: 1) die hakenförmige Bewegung (motus uncinatus). Hier macht jedes einzelne Haar Bewegungen gleich einem Finger, welcher abwechselnd gebeugt und gestreckt wird. Bei kürzeren Haaren oder Läppchen zeigt sich bei dieser Bewegungsweise nur eine einfache Entwicklung, bei längeren dagegen, z. B. an denen der Kiemen von Anodonta bisweilen auch eine doppelte, ganz wie bei einem mit drei Phalangen versehenen Finger. Die Realisation dieser Bewegung scheint nur denkbar, indem wir uns eine contractile, in dem Haare gelegene Substanz, oder indem wir eine analoge Einrichtung, wie durch Fingersehnen realisirt wird, uns vorstellen. 2) Die trichterförmige Bewegung (motus infundibuliformis). Hier dreht sich das Haar um seine Basis als den Mittelpunct und beschreibt mit der Spitze einen vollständigen Kreis, so dass es im Ganzen eine Kegeloberfläche bei jeder einmaligen Drehung durchläuft. 3) Die schwankende Bewegung (motus vacillans). Hier schwankt das Haar nur mehr pendelartig von einer Seite zur andern. Endlich 4) die wellenförmige Bewegung (motus undulatus). Hier schlängelt sich das Haar, ungefähr wie ein im Wasser schwimmender Vibrio oder wie der Faden eines Spermatozoon.«

nun aber, wie die Beobachtung zeigt, selbst bei Wimpern benachbarter Zellen sehr verschieden lang sein. Zuweilen ist nur die äusserste Spitze, zuweilen das Haar fast in seiner ganzen Länge steif. Es kommen nach VALENTIN auch Fälle vor, in denen ein Haar doppelte Hakenbiegung zeigt, etwa wie bei einem mit drei Phalangen versehenen Finger. Hier würde man von der Basis des Fingers ausgehend erst ein bewegliches, dann ein steifes, dann wieder ein bewegliches und nach diesem wieder ein steifes Stück haben[1].

Alles diess beobachtet man aber an Wimpern, die sich nicht mehr unter normalen Bedingungen befinden. Nimmt man an, dass alle Flimmerhaare von ein und derselben Localität in allen wesentlichen Puncten gleichgebaut seien, gegen welche Annahme wol Niemand etwas Stichhaltiges wird einwenden können, so muss man aus obigen Thatsachen schliessen, dass unter normalen Verhältnissen jedes Flimmerhaar an allen Stellen seiner Länge active Beweglichkeit besitzt, dass aber unter noch näher zu ermittelnden Einflüssen bald die eine bald die andere, bald eine kürzere bald eine längere Strecke eines Haares diese active Beweglichkeit verliert, starr wird. Diess zugegeben darf man auch behaupten, dass unter normalen Verhältnissen auf allen Strecken der Haarlänge wirklich eine active Bewegung stattfinde und es fragt sich nur, ob diese Bewegung auf allen Stellen der Länge gleichzeitig, oder ob sie an verschiedenen Stellen zu verschiedenen Zeiten und dann in welcher Reihenfolge sie stattfinde. — Die Beobachtung entscheidet für ein wellenförmiges Fortschreiten der Bewegung von der Basis des Haars nach der Spitze zu. Man sieht diess oft genug an Flimmerhaaren von Wirbelthieren oder Mollusken, wenn die Schwingungen langsamer werden; insbesondere wenn die Verlangsamung in sehr verdünnten Lösungen kaustischer Alkalien stattfindet. Dasselbe gilt von Samenfäden, z. B. des Frosches, die sich in Samenflüssigkeit bewegen. Dasselbe habe ich oft beobachtet an Flimmerzellen vom Frosch, wenn sie durch Kohlensäure oder andere Säuren aus dem Wasserstoffstillstande erweckt wurden. Es begann dann die erste Bewegung — die Rückwärtsbeugung des Haars — mit einer bogenförmigen Krümmung desselben an der Basis, welche wie eine Welle an einem Seil nach der Spitze zu fortlief. Aus der Form der Krümmungen, welche hierbei das ganze Flimmerhaar nacheinander annahm, liess sich schliessen, dass der Bewegungsvorgang ungefähr in dem Momente die Spitze des Haars erreicht hatte, wo ein an der Basis gelegener Punct

---

1) Aehnliches sieht man bekanntlich bei Samenfäden, wo oft nur ein Spitzenstück oder nur der Basaltheil des Fadens schwingt.

zum ersten Male wieder in seiner Gleichgewichtslage angekommen war. Die Länge des Haars war also ungefähr gleich der halben Wellenlänge. In dem Moment, wo die Welle an der Spitze ankommt, beginnt sich das Haar an der Basis von Neuem bogenförmig zu krümmen und zwar nach der entgegengesetzten Seite als vorher, also mit der Concavität nach vorn. Auch diese Krümmung schreitet wie eine Welle, deren Länge etwa der doppelten Länge des Haares gleich ist, nach der Spitze zu fort, jedoch, wie die Beobachtung lehrt, mit grösserer mittlerer Geschwindigkeit als die erste [1]. Somit setzt sich jede vollständige Schwingung eines Flimmerhaares aus zwei halben Schwingungen zusammen, deren erste eine längere Dauer besitzt als die zweite.

Die beschriebenen Krümmungen des Haares können nur zu Stande kommen, indem das Haar sich abwechselnd in der einen und in der andern Längshälfte verkürzt und wieder streckt, und zwar muss der Vorgang der Verkürzung bei Rückwärtsbeugung des Haares sich in der hinteren, bei Vorwärtsbeugung sich in der vorderen Längshälfte des Haares von Querschnitt zu Querschnitt von der Basis bis zur Spitze wellenförmig fortpflanzen.

Durch directe Beobachtung kann man sich wegen der grossen Schnelligkeit der Bewegungen nicht davon überzeugen, dass die wellenförmige Bewegung die normale sei. Doch ist sie bei verlangsamter Flimmerthätigkeit, wie schon erwähnt, oft wahrzunehmen. Die anderen Formen der Bewegung, wie die hakenförmige, die pendelnde, die trichterförmige, entstehen aus der Wellenform dadurch, dass das Haar an gewissen Stellen steif, starr wird, seine active Beweglichkeit verliert. Welche Theile des Haares bei jeder einzelnen der genannten Formen steif sind lässt sich leicht schliessen und bedarf keiner näheren Erwähnung. Ebensowenig die Thatsache, dass auch viele Uebergänge zwischen den genannten Formen der Bewegung vorkommen.

Es fragt sich nun, warum alle Flimmerhaare gerade nach der einen Richtung normal mit grösserer Geschwindigkeit schwingen, als nach der entgegengesetzten; warum die Rückwärtsbeugung langsamer als die Vorwärtsbeugung geschieht? Hierüber vermag die Untersuchung matt schlagender oder bereits ruhender Wimpern einigen Aufschluss zu geben. Man schneide aus einer flimmernden Schleim-

---

1) Nimmt man an, ein im Maximum der Bewegung befindliches Flimmerhaar von 0,01 Mm. Länge mache 12 ganze Schwingungen in der Secunde, so ergiebt sich daraus für die mittlere Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Bewegungsvorgangs im Flimmerhaar der Werth von 0,24 Mm. in der Secunde. Dieser Werth kann beim Erlahmen der Bewegung durch alle Zwischenwerthe bis auf 0,005 Mm.und tiefer herabsinken.

haut, z. B. des Oesophagus vom Frosch einen schmalen Längsstreifen heraus, bringe ihn in Kochsalzlösung von 1 % in die feuchte Kammer und warte bis die Bewegung nachlässt. Nach kurzer Zeit, oft schon unmittelbar nach Anfertigung des Präparats, findet man beim Untersuchen des flimmernden Randes unter dem Mikroskop Zellenreihen, deren Wimpern theils nur noch langsame und kleine Schwingungen ausführen, theils schon zu schlagen aufgehört haben. Betrachtet man die noch in mässiger Bewegung befindlichen Wimpern bei stärkerer Vergrösserung, so erkennt man, dass in weitaus den meisten Fällen die Haare fast in der ganzen Länge steif sind, nur passiv bewegt werden, und nur ihre Basalstücke sich verkürzen und strecken. Die Excursionsweite der Schwingungen ist hierbei mehr oder minder beträchtlich verringert, in der Regel bei allen Haaren derselben Zelle gleichmässig. Während eine in lebhafter Bewegung befindliche Wimper, als Radius gedacht, einen Kreisausschnitt von 90° bestreichen kann, misst hier beispielsweise die Schwingungsweite nur noch 20°. Sogleich fällt auf, dass alle Haare nach einer Seite geneigt sind und nur in dem auf dieser Seite gelegenen Quadranten ihre Schwingungen ausführen. Sie vermögen sich nicht mehr vertikal aufzurichten, oder gar in den anderen Quadranten hinüberzuschwingen. Sie oscilliren um eine schiefe Gleichgewichtslage. Diese ist, wie die Beobachtung zeigt, nach der Seite geneigt, nach welcher die Strömung gerichtet ist.

Betrachtet man nun die bereits völlig zur Ruhe gekommenen Wimpern, so fällt auch hier sofort auf, dass dieselben nicht vertikal gerade gestreckt dastehen, sondern alle nach einer und derselben Seite geneigt sind, und zwar ergiebt sich auch hier, dass die Spitzen der Haare nach der Seite zu geneigt sind, wohin während des Lebens die Strömung auf der flimmernden Oberfläche gerichtet ist. Auf der Mundschleimhaut vom Frosch sind also beispielsweise alle ruhenden Wimpern schief nach der Seite des Oesophagus zugeneigt. Die Abweichung des Flimmerhaares von der Vertikalen kann über 35° betragen. Meist fand ich 25 — 30°. Es ist bei diesen Messungen natürlich nothwendig, dass die Schwingungsebene der Haare senkrecht zur Axe des Mikroskops gelagert sei. — Man beobachtet dieselbe schiefe Lagerung bei den verschiedensten Formen der Flimmerruhe, z. B. bei Wimpern, welche in einer Wasserstoff- oder Kohlensäureatmosphäre zur Ruhe gebracht worden sind. An einen Tetanus ist also nicht zu denken.

Durch mechanische Mittel, z. B. mit Hülfe eines mikroskopisch fein zugespitzten Glasstäbchens kann man die schief stehenden Wimpern unter dem Mikroskop aufrichten und rückwärts umbeugen. Sowie man loslässt, fahren sie in ihre erste schiefe Stellung zurück. Offenbar

sind also elastische Kräfte thätig, welche die Haare in schräger Stellung festzuhalten streben; und zwar wirken diese Kräfte bei allen Haaren in gleichem Sinne, und in ungefähr gleicher Stärke. — Dass der Sitz dieser elastischen Kräfte an der Basis der Haare ist, ergiebt sich aus dem Umstande, dass die ruhenden Wimpern in ihrer schiefen Lage vollkommen gerade gestreckt und nicht etwa bogenförmig gekrümmt sind. Es kann also, mit Ausnahme an der Basis, kein merkliches Uebergewicht der elastischen Kräfte der einen Längshälfte des Haares über die der andern bestehen [1].

Die Beobachtung in »pendelnder« Bewegung begriffener Wimpern lehrt nun ferner, dass die an der Basis des Haares wirkenden elastischen Kräfte, und nicht etwa ein auf allen Puncten der Haarlänge vorhandener Unterschied in der Schnelligkeit des Verlaufs von Verkürzung und Streckung es ist, welcher verursacht, dass die Vorwärtsbeugung des Haares schneller als die Rückwärtsbeugung verläuft. Bei der pendelnden Bewegung, welche unter verschiedenen Umständen, jedoch im Ganzen selten, bei nachlassender Bewegung eintritt, ist nämlich das Basalstück starr, und nur ein kürzeres oder längeres Stück des Haares, von der Spitze an, beweglich. Hier verlaufen nun Rück- und Vorwärtsbeugung gleich schnell, wie man schon daraus folgern kann, dass an der Oberfläche der Zellen keine continuirliche Strömung, sondern nur ein schwaches Hin- und Her-Oscilliren der Flüssigkeit zu Stande kommt. Verkürzung und Streckung müssen also auf jedem einzelnen Puncte der Länge des Haares mit Ausnahme des Basalstücks unter sich gleich schnell verlaufen. — Beobachtet man dagegen die sogenannte hakenförmige Bewegung, welche die weitaus häufigste Form beim Nachlassen der Bewegungen und dadurch charakterisirt ist, dass nur das Basalstück noch activ beweglich, das Haar in seiner übrigen Länge aber steif ist, so findet man selbst bei langsamen Tempo und äusserst geringer Excursionsweite der Schwingungen (5°) die Flüssigkeit an der Oberfläche der Zellen stets in continuirlicher, immer gleich gerichteter Strömung begriffen. Die Strömung geht stets nach der Seite, wohin die Haare in der Ruhelage geneigt sind. — Nach alledem darf man nur in den an der Basis der Haare wirkenden elastischen Kräften die Ursache des Unterschieds suchen, welcher zwischen der Geschwindigkeit der Rückwärts- und der Vorwärtsbeugung der Haare besteht. Da nun die elastischen Kräfte bei allen Flimmerhaaren aller Zellen in glei-

1) Diess Letztere gilt jedoch nicht für Wimpern aller Localitäten, sondern zunächst nur für die der Schleimhäute von Wirbelthieren. Bei Mollusken sind die Wimpern in der Ruhelage häufig stark bogenförmig gekrümmt, mit der Concavität, oder, was nicht selten, sogar mit der Convexität nach vorn.

chem Sinne wirken, muss eine continuirliche Strömung der Flüssigkeit auf der flimmernden Oberfläche zu Stande kommen.

Ein anderer wichtiger Punct, der bei Untersuchung der Flimmerbewegung beachtet werden muss, ist die Geschwindigkeit der Bewegungen. Ich verstehe hierunter den Weg, oder den Flächenraum, den das ganze Flimmerhaar in der Zeiteinheit zurücklegt, also das Product aus Frequenz (Schwingungszahl) und Schwingungsweite. Diess ist offenbar das Maass für die Grösse der Bewegung; nicht aber die Schnelligkeit der Flüssigkeitsströmung an der Oberfläche der Zellen oder gar die Schnelligkeit des Tempo allein. Der bisherige Sprachgebrauch unterschied hier nicht scharf: man findet meist nur gesagt, dass die Bewegung schnell oder langsam gewesen sei, sich beschleunigt oder verzögert habe. Damit kann aber einmal — und ist es wol meist — die Schnelligkeit der durch die Wimperthätigkeit hervorgebrachten Strömung, zweitens aber die Schnelligkeit des Tempo, d. h. die Frequenz, und endlich die wahre Geschwindigkeit, in dem oben bezeichneten Sinne gemeint sein.

Dass die Schnelligkeit der durch die Wimperthätigkeit hervorgebrachten continuirlichen Flüssigkeitsströmung nicht ein Ausdruck für die Geschwindigkeit und Grösse der Flimmerbewegung ist, ergiebt sich aus der Ueberlegung, dass jede ganze Schwingung eines Flimmerhaares aus zwei halben Schwingungen von verschiedener Dauer und einander entgegengesetzter Richtung sich zusammensetzt. Die Grösse des Unterschieds zwischen den lebendigen Kräften dieser beiden halben Schwingungen ist es offenbar, von welcher die Geschwindigkeit der Strömung abhängt. Diese Grösse könnte aber, wie eine einfache Rechnung zeigt, gewaltige Veränderungen erleiden, während die Geschwindigkeit unverändert bleibt, oder sich sogar im entgegengesetzten Sinne ändert. Die Differenz der genannten lebendigen Kräfte muss z. B. grösser werden, wenn die erste halbe Schwingung des Haares (die Rückwärtsbeugung) um ebensoviel an Dauer zunimmt als die zweite halbe daran verliert. Und umgekehrt muss eine Abnahme der Differenz der lebendigen Kräfte eintreten, wenn die erste halbe Schwingung an Dauer ab, die zweite daran zunimmt. Hier könnte es kommen, dass der Unterschied der lebendigen Kräfte null wird. Letzterer Fall ist in der pendelnden Bewegung verwirklicht. — Aus diesen Gründen sind die oben beschriebenen Methoden von Calliburcès und Kistiakowsky, mit denen man nur für den Unterschied der genannten lebendigen Kräfte vergleichbare Maasse gewinnt, für die Bestimmung der Geschwindigkeit der Flimmerbewegung streng genommen unbrauchbar: der Zeiger auf

dem Zifferblatt des Apparates von CALLIBURCÈS, des Siegellacktropfen von KISTIAKOWSKY werden bei der lebhaftesten pendelnden Bewegung der Flimmerhaare stillstehen. Nur in den Fällen, wo die Zu- oder Abnahme der Differenz der lebendigen Kräfte auf einer, beide halbe Schwingungen gleichmässig und gleichzeitig betreffenden Zu- oder Abnahme der verschiedenen Geschwindigkeiten beruht, würde man aus der Schnelligkeit der Strömung einen Schluss auf die Schnelligkeit der Bewegung der Flimmerhaare ziehen dürfen. Diese Bedingungen scheinen in der That meist erfüllt zu sein.

Selbstverständlich ist, dass die Bestimmung des Tempo (das heisst der Frequenz, der Schwingungszahl) allein nicht zur Bestimmung der Geschwindigkeit der Bewegung ausreicht, da die Letztere das Product aus Schwingungszahl und Schwingungsweite ist. Die Geschwindigkeit kann zunehmen, wenn bei gleichbleibender oder sogar abnehmender Frequenz die Schwingungsweite grösser wird, sie kann zunehmen durch Steigerung der Frequenz bei gleichbleibender oder abnehmender Excursionsweite, sie muss endlich zunehmen, wenn sowol Schwingungsweite als Frequenz wachsen. Alle diese Fälle kommen in Wirklichkeit vor, und es sind durchaus nicht die seltensten, in welchen sich die beiden Factoren, Frequenz und Amplitude, in entgegengesetztem Sinne ändern. Es ist desshalb nothwendig, zur Ermittelung der Geschwindigkeit der Bewegung, Frequenz und Schwingungsweite zugleich zu messen. Dieser Forderung kann man innerhalb weiter Grenzen ziemlich gut nachkommen, wenn man nur sorgt, dass die Schwingungsebene der Flimmerhaare der Oberfläche des Objecttisches parallel sei. Die Bestimmung der Frequenz durch Zählen der Schläge unter dem Mikroskop und die Messung oder Schätzung der Excursionsweite ist nur dann nicht mehr möglich, wenn die Geschwindigkeit eine sehr bedeutende Höhe erreicht. In diesem Falle sind die Wimperschläge einzeln nicht mehr zu unterscheiden.

Unter normalen Bedingungen scheint die Geschwindigkeit der Bewegungen nun wirklich meist eine solche Höhe zu haben; wenigstens habe ich diess bei lebenden kleinen Batrachierlarven und Schnecken (Planorbis, Paludina) beobachtet, die in demselben Wasser, in welchem sie gelebt hatten in toto untersucht wurden. Aber auch an frisch und vorsichtig herausgeschnittenen und in Froschblutserum liegenden Stückchen von der Mund- oder Rachenschleimhaut des Frosches kann man dasselbe unmittelbar nach dem Anfertigen des Präparats, bei gewöhnlicher Zimmertemperatur sehen. Die Angaben von KRAUSE, der die Frequenz der Wimperschläge (beim Menschen?) auf 190 bis 320 in der Minute angiebt, und die von VALENTIN, welcher bei Anodonta nur auf

100 bis 150 kam, und ausspricht, »dass jedes Haar bei normaler Be- »wegung 2 bis 3, seltner wie es scheint, mehr vollendete Bewegungen »in der Secunde vollenden dürfte,« — diese Angaben gelten im Allgemeinen nur für eine beträchtlich abgeschwächte Bewegung. Untersucht man die Bewegung beim Frosch unter den eben angegebenen Bedingungen, so erscheint der Wimpersaum im Profil als ein zarter, überall gleich hoher Schattenstreif, welcher über die äussere Oberfläche der Epithelzellen hinzieht. Er selbst scheint völlig ruhig zu stehen und verräth seine Bewegung nur durch die reissende Strömung in welche er die ihn bespülende Flüssigkeit mit den darin suspendirten festen Theilchen versetzt. Die Verlangsamung der Bewegung macht sich zuerst bemerkbar durch kleine streifige Schatten und Lichter, welche von Zeit zu Zeit blitzschnell in dem homogen scheinenden Saum auftauchen. Anfangs kommen sie nur selten und an wenig Stellen, allmählich folgen sie sich schneller und an mehr Orten, und endlich zeigt der grösste Theil des Flimmersaumes jenes flimmernde Wogen und Wellenrieseln, welches der Flimmerbewegung eigenthümlich ist. Noch kann man aber weder die einzelnen Wimpern unterscheiden, noch gar ihre Schwingungen zählen. Der vorher scheinbar continuirliche Gesichtseindruck ist nur deutlich zu einem intermittirenden geworden. Bald verlangsamen sich aber die Schwingungen mehr und werden nach einiger Zeit zählbar. Ich kann sie mit Sicherheit erst zählen, wenn die Schwingungszahl ungefähr auf acht in der Secunde herabgesunken ist. So weit diese Zahl die von den oben genannten Beobachtern angegebene übersteigt, gilt sie, wie aus dem eben Gesagten hervorgeht, doch nur für eine bereits beträchtlich verlangsamte Bewegung. — Wie schnell das Tempo und wie gross die Schwingungsweite bei noch nicht verlangsamter Bewegung sei, lässt sich nicht genau angeben, doch möchte nach einer Schätzung die Schwingungszahl im Maximum mindestens 12 sein. — Die Schwingungsweite kann im Maximum über 90° betragen (so häufig in schwach alkalischen Flüssigkeiten); wie gross sie aber im normalen Zustand sei, lässt sich ebenfalls wegen der zu grossen Geschwindigkeit nicht ermitteln. Die Veränderungen, welche Frequenz und Amplitude unter verschiedenen Einflüssen erleiden, sollen später näher geschildert werden. Das mag aber schon im Voraus bemerkt werden, dass schon sehr geringe Aenderungen der äusseren Bedingungen, Aenderungen, denen die Zellen auch im lebenden Organismus normal ausgesetzt sind, genügen, um Tempo und Schwingungsweite in kurzer Zeit erheblich zu ändern.

Wir gehen nun zur Schilderung des Einflusses verschiedener Agentien auf die Flimmerbewegung über. Da dieser Einfluss bei Wim-

perhaaren verschiedener Localitäten und Thiere nicht immer derselbe ist, beschreiben wir erst die Versuche, welche mit Flimmerzellen von Wirbelthieren — vor Allem von der Rachenschleimhaut des Frosches —, dann die, welche an Süss- und Seewassermollusken angestellt wurden. Endlich widmen wir der Bewegung der Samenfäden, die nur ein specieller Fall der Flimmerbewegung ist, einige Worte.

A. Versuche an Flimmerzellen von Wirbelthieren.

I. Einfluss des Wassers auf die Flimmerbewegung.

Der Einfluss des Wassers auf die Bewegungen der Flimmerhaare ist bisher nicht ausreichend untersucht worden; doch erwähnen einzelne Untersuchungen schon, dass reines Wasser wenigstens auf die Flimmerzellen der Schleimhäute von Wirbelthieren sehr schädlich wirkt. Und hiermit stimmen auch Kölliker's Erfahrungen an Spermatozoen überein. Ich untersuchte zuerst, welche Veränderungen die Flimmerbewegung in reinem Wasser erleidet.

Bringt man ein kleines Stück der Rachenschleimhaut eines eben getödteten Frosches in einen Tropfen destillirten Wassers, so zeigt die Flimmerbewegung in der ersten Minute ausserordentliche Schnelligkeit und Stärke[1]; aber noch im Laufe der ersten oder in der zweiten Minute lassen die Bewegungen sowol an Frequenz als an Amplitude merklich nach, und während die Zellen und Flimmerhaare stark quellen, erstere sich von der bindegewebigen Grundlage abheben und die Kerne zu grossen hellen Blasen mit deutlich vergrössertem Kernkörperchen aufschwellen, tritt Stillstand der Haare in schräg nach vorn geneigter Lage ein. Innerhalb fünf bis zehn Minuten stehen meist alle Wimpern still. Auch bei Fröschen die bereits zwei, drei, ja sieben Tage todt und bei gewöhnlicher Zimmertemperatur unter einer mit Wasserdampf gefüllten Glasglocke aufbewahrt worden waren, zeigte sich derselbe Einfluss des Wassers: anfangs sehr verstärkte, dann langsam nachlassende Bewegungen. Noch vier Tage nach dem Tode des Frosches, als die Schleimhaut schon mit Millionen von Vibrionen bedeckt war, konnten durch reines Wasser die Bewegungen vorübergehend unzählbar schnell gemacht werden. Die Zellen sind zu dieser Zeit, wie auch schon am

1) Unter Stärke verstehen wir hier und in der Folge immer die Schnelligkeit der durch die Flimmerbewegung verursachten continuirlichen Flüssigkeitsströmung. S. oben.

dritten Tage trübe, isoliren sich ungemein leicht, quellen aber in Wasser nicht so stark wie frische Zellen, und werden hierbei auch nicht mehr durchsichtig. Auch tritt der Wasserstillstand die ersten Tage nach dem Tode nicht so schnell ein, wie bei ganz frischen Flimmerzellen.

Auf sehr verschiedene Weisen kann man, besonders bei frischen Flimmerzellen den Wasserstillstand aufheben. Vor Allem durch wasserentziehende Mittel, wie durch Lösungen von Kochsalz, Zucker, durch Glycerin u. a. m. Welche Höhe die Bewegungen hierbei erreichen, hängt von der Concentration der Lösung, von der Dauer der Wassereinwirkung und von dem Zustande ab, in welchem die Flimmerzellen sich vor dem Zutritt des Wassers befunden haben. Schon nach 5 Minuten langer Dauer des Wasserstillstandes können die Bewegungen für immer erloschen sein. Von einem nur wenige Secunden lang angehaltenen Wasserstillstand kann dagegen durch Kochsalzlösung z. B. die Thätigkeit der Cilien bis fast zur anfänglichen Höhe wieder gesteigert werden, und sich dann lange so erhalten.

Ebenso, wenn gleich minder nachhaltig kann ein kurzer Wasserstillstand durch Säuren, z. B. Kohlensäure oder Essigsäuredämpfe aufgehoben werden. Die wiedererwachenden Bewegungen sind aber klein, nicht frequent (selten mehr als 3 in der Secunde) und stehen bei weiterer Säurezufuhr sehr bald wieder still. Die in den gequollenen Zellen auftretende Trübung und mässige Schrumpfung verräth deutlich die Anwesenheit der Säure. Dieser Säurestillstand kann durch Luft (bei Kohlensäure), oder durch Ammoniak (bei Essigsäure) aufgehoben werden.

Von Aether, Alkohol und Schwefelkohlenstoff gilt ungefähr dasselbe wie von Säuren. Namentlich unter Einwirkung von Aetherdämpfen kann die in reinem Wasser erloschene Thätigkeit frischer Flimmerzellen wieder eine beträchtliche Höhe erreichen. Leicht tritt bei etwas längerer Einwirkung Aetherstillstand ein, der durch Luft wieder aufgehoben werden kann, dann aber schnell völligem Stillstande Platz macht.

Anders als die bisher genannten Stoffe verhalten sich die Alkalien. Ich benutzte meist Ammoniakdämpfe. Liess ich diese in der Gaskammer auf frische, soeben in destillirtem Wasser zur Ruhe gekommene Flimmerzellen einwirken, so erwachte die Bewegung nicht wieder; die Zellen und Haare quollen vielmehr stärker und lösten sich leicht ganz auf. Waren die Bewegungen durch das Wasser noch nicht völlig zur Ruhe gebracht, so beschleunigte Ammoniak unter plötzlicher Zunahme der Quellung den Eintritt des Stillstandes, der dann durch Säuren noch vorübergehend aufgehoben werden konnte. Durch Kali und Natron

kann man den Wasserstillstand ebensowenig als durch Ammoniak beseitigen.

Auch die Wärme, sonst ein mächtiges Mittel zur Beschleunigung erschlaffter Bewegung, versagt ihre Dienste, und befördert nur den Eintritt der Flimmerruhe. Bei frischen Flimmerzellen vom Frosch, deren Bewegungen sich in destillirtem Wasser vermindert haben, tritt der Wärmestillstand schon viel früher als sonst, und ohne vorausgegangene Beschleunigung, häufig schon bei 30° bis 35° C. ein. Kühlt man gleich nach dem Eintritt des Wärmestillstandes das Präparat wieder ab, so erwachen die Bewegungen wieder, und dann tritt nach einigen Minuten wie gewöhnlich der Wasserstillstand ein. Selbstverständlich wird ein einmal eingetretener Wasserstillstand durch Temperaturerhöhung nicht aufgehoben.

Auch elektrische Reizung beschleunigt nur, unter Steigerung der Quellung, den Eintritt des Wasserstillstands und ist niemals im Stand, einen bereits ausgebildeten Wasserstillstand aufzuheben.

Untersuchen wir nun, unter welchen Umständen reines Wasser im Stande ist, die durch andere Agentien zur Ruhe gebrachte Flimmerbewegung wieder zu erwecken. Wir beginnen mit der Schilderung des Einflusses, den destillirtes Wasser auf Flimmerzellen vom Frosch ausübt, welche in sogenannten indifferenten Flüssigkeiten wie Serum, Amniosflüssigkeit (mit oder ohne Iod) ihre Thätigkeit vermindert haben. In den meisten dieser Fälle beruht der Stillstand, wie aus gleich zu erwähnenden Thatsachen folgt, darauf, dass die betreffende Flüssigkeit in Wahrheit nicht vollkommen indifferent, sondern etwas zu concentrirt ist, oder dass sie es im Lauf der Beobachtung durch Wasserverdunstung geworden ist. Diess geschieht ja leicht, wenn das Präparat nicht in einem beständig mit Wasserdampf gesättigten Raume liegt. Wenn auch der Salzgehalt der Lösung den Indifferenzpunct nur sehr wenig überschreitet, so tritt nach einiger Zeit, oft freilich erst nach einigen Stunden Stillstand ein. Dieser stimmt vollkommen überein, wird durch dieselben Mittel aufgehoben, wie der Stillstand in etwas concentrirteren Lösungen von reinem Kochsalz z. B., von dem weiter unten die Rede sein wird. — In seltneren Fällen beruht die Flimmerruhe, welche man in den oben genannten und den ihnen verwandten indifferenten Flüssigkeiten eintreten sieht, auf einer etwas zu geringen Concentration der letzteren. Hier hat dann der Stillstand die Kennzeichen des Wasserstillstands, selbst wenn er erst nach Stunden eintritt. — Aehnlich wie ein etwas zu grosser Wassergehalt der »indifferenten« Flüssigkeit kann auch ein zu grosser Gehalt an Alkali wirken, wo dann

der Stillstand im Wesentlichen dem später zu beschreibenden Alkalistillstand gleicht. Wir berücksichtigen hier die beiden letzteren Fälle nicht, dagegen verdient der erstgenannte eine nähere Betrachtung.

Hat sich die Bewegung bei einem z. B. in Serum liegenden Schleimhautstückchen so verlangsamt, dass die einzelnen Wimperschläge mit Bequemlichkeit zu zählen sind — was bei einem Tempo von fünf Schwingungen in der Secunde schon der Fall ist — so erreicht, wenn man nun das Serum durch reines Wasser verdrängt, die Bewegung sogleich eine ausserordentliche Schnelligkeit und Stärke. Binnen wenigen Secunden werden die Schwingungen unzählbar. Ein vorher träge und in wirrem Durcheinander flimmernder Saum erscheint auf einmal als ein matter, bewegungsloser Schattenstreif, an dessen Oberfläche die Flüssigkeit in reissend schnellem Strome vorbeifliegt. In dieser Stärke erhält sich die Bewegung eine oder ein Paar Minuten und nimmt dann ab, um nach wenig Minuten dem Wasserstillstand Platz zu machen. — Ganz ähnlich verhielt sich die Bewegung bei Flimmerzellen die 24 Stunden oder mehrere Tage nach dem Tode von Fröschen entnommen wurden und in frischem Amnioswasser zur Ruhe gekommen waren. Dasselbe gilt auch, wenn statt des Amnioswassers Blutserum oder Humor aqueus benutzt wird. Es versteht sich von selbst, dass bei diesen Versuchen das Präparat in der feuchten Kammer lag, so dass der erst eingetretene Stillstand nicht auf eine durch Verdunstung herbeigeführte Concentrationszunahme der Zusatzflüssigkeit zurückgeführt werden konnte. — Es gelingt nun freilich auch, die in einem Serumtropfen zur Ruhe gekommene Flimmerbewegung dadurch wieder anzufachen, dass man durch Neigen des Präparates den Serumtropfen ein paar Mal hin- und herfliessen lässt und dadurch die Flimmerzellen mit neuen Flüssigkeitsschichten in Berührung bringt. Diess ist von Roth schon beobachtet und zu Gunsten einer mechanischen Reizbarkeit der Flimmerhaare gedeutet worden. Die mechanische Erschütterung der Flimmerhaare ist hierbei aber ohne allen Einfluss[1]. Die Beschleunigung tritt

---

[1] Der Erfolg scheint vielmehr, wie schon Sharpey vermuthete, auf der Wegräumung eines Hindernisses der Bewegung zu beruhen. Die vorüberströmende Flüssigkeit nimmt die Producte der Epithelzellen mit weg, die sich in der Oberfläche der Schleimhaut ansammeln. Hier hat man namentlich an die von den sogenannten Becherzellen gelieferten Producte zu denken. Die genannten Zellen, welche oft in ungeheurer Zahl zwischen den Flimmercylindern zerstreut sitzen, sondern Tröpfchen einer hellen, ziemlich zähen Flüssigkeit ab. Diese kann durch ihre allmähliche Anhäufung ein mechanisches Hinderniss für die Bewegung abgeben und somit den Eintritt des Stillstands, der in dem Serumtropfen (wegen der nicht vollkommenen Indifferenz desselben) auch ohne diess zu Stande kommen würde, beschleunigen.

eben so schön ein, wenn das Präparat äusserst langsam aber etwas länger geneigt wird —, wobei die Flimmerhaare fast gar nicht oder höchstens sehr langsam bewegt werden —, als wenn man das Präparat ein paar Mal rasch hin- und herschüttelt. Die Beschleunigung hält bei diesem Verfahren in der Regel einige Minuten an; dann lassen die Bewegungen wieder nach und werden so langsam als sie vorher waren. Neues Neigen des Tropfens belebt sie wieder und dies kann man mehrere Male hinter einander wiederholen. Allmählich wird aber der Erfolg der Wiederbelebung schwächer und hält immer kürzere Zeit an: endlich ändert sich auch bei dem stärksten Schütteln und Neigen des Tropfens die Bewegung nicht mehr. Setzt man dann einen neuen Tropfen Serum zu, so verstärkt sich in der Regel die Bewegung für einige Minuten und lässt dann wieder nach. Wäscht man nun das Präparat immer wieder mit frischem Serum aus, bis ein neuer Serumtropfen die verlangsamte Bewegung nur wenig mehr beschleunigt, dann ruft doch ein Tropfen destillirten Wassers sofort die heftigsten oft unzählbar schnellen Bewegungen hervor, die Minuten lang anhalten und endlich dem Wasserstillstande Platz machen. Hat man Serum, das mit etwas Wasser verdünnt war, zum Auswaschen des Präparats benutzt, so wird natürlich nachher die Wirkung des reinen Wassers weniger deutlich und kann selbst fehlen.

Aehnlich belebend wirkt das Wasser auf Flimmerzellen, die in einer Atmosphäre von reinem W a s s e r s t o f f in indifferenten Lösungen zu schlagen aufgehört haben. Ich brachte ein kleines Stück der Rachenschleimhaut in einem Tropfen Kochsalz von 0,5 % auf die untere Fläche des Deckglases der beständig mit Wasserdampf gefüllten Gaskammer, und dicht neben diesen Tropfen einen zweiten Tropfen von destillirtem Wasser, so nahe, dass bei einer bestimmten Neigung der Gaskammer beide Tropfen zusammenfliessen mussten. Zuerst wurde nun wie gewöhnlich die Flimmerbewegung in dem Kochsalztropfen beobachtet, während die Kammer mit Luft gefüllt war. Zeigte sie sich nach fünf oder zehn Minuten noch eben so schnell als zu Anfang, so ward reiner Wasserstoff eingeleitet, bis die meisten Wimpern stillstanden. Liess ich nun den Tropfen, in dem das Präparat lag, vorsichtig hin- und herfliessen, so dass die Flimmerhaare mit neuen Flüssigkeitsschichten in Berührung kamen, so beschleunigte sich die Bewegung etwas; nach einigen Secunden, höchstens einer Minute war aber die frühere Ruhe wieder hergestellt, und bei noch etwas längerer Dauer des Wasserstoffstillstandes half dann auch das Neigen des Tropfens nicht mehr. Alles blieb still. Neigte man nun — während natürlich der Wasserstoffstrom ununterbrochen durch die Kammer ging — das Präparat so,

dass der Wassertropfen mit dem Tropfen, in welchem sich die Flimmerzellen befanden, zusammenfloss, so erwachte alsbald an den Stellen, wo das Wasser hindrang, die Bewegung wieder. Zugleich begannen die Zellen deutlich zu quellen. Ich sah noch nach mehr als halbstündigem Wasserstoffstillstand die Bewegungen beim Zutritt des Wassers eine Schnelligkeit von 6 Schlägen in der Secunde und darüber erreichen. Der Effect ist am schlagendsten, wenn man den Tropfen Kochsalzlösung klein, den Wassertropfen aber gross genommen hat; denn je verdünnter die aus der Mischung beider Tropfen resultirende Lösung ist, um so mehr kommt der Einfluss dem des reinen Wassers gleich. War der Wassertropfen klein, so sieht man die Zellen nur wenig aufquellen und die Bewegungen auch nur wenig beschleunigt. — Einige Zeit nach der Vereinigung beider Tropfen tritt wieder Stillstand ein und diesen kann man dann, falls die Zellen nicht durch Quellung zerstört sind, aufheben, indem man atmosphärische Luft in die Kammer dringen lässt.

Vom Einfluss des Wassers auf den durch concentrirtere Salzlösungen herbeigeführten Stillstand wird weiter unten die Rede sein. Hier sei erwähnt, dass unter Umständen auch der durch Säuren, z. B. sehr schwache Essigsäuredämpfe bei in Iodserum liegenden Zellen herbeigeführte Stillstand durch ein- oder mehrmaliges Auswaschen mit destillirtem Wasser aufgehoben werden kann. Die wiedererwachenden Bewegungen sind immer sehr schwach. Bei etwas stärkerer Essigsäureeinwirkung geschieht es dann leicht, dass Auswaschen mit reinem Wasser die Bewegungen nicht wieder erweckt, wohl aber Wasser, dem etwas Alkali zugesetzt ist.

Machte ich frische Flimmerzellen vom Frosch in Serum durch Ammoniak scheintodt, so begannen die Bewegungen beim Auswaschen mit Wasser bei den meisten Zellen wieder, darauf trat dann sehr schnell unter Zunahme der Quellung Stillstand mit den Eigenthümlichkeiten des Wasserstillstandes ein. — Stillstand durch Aether, Alkohol oder Chloroform in indifferenten Lösungen herbeigeführt, konnte, wenn er durch Luft allein nicht mehr beseitigt wurde, auch durch Auswaschen mit destillirtem Wasser nicht aufgehoben werden. Ebensowenig Wärmestarre, wenn sie auch sonst beim Abkühlen bestehen blieb, oder Stillstand, den Tetanisation mit starken Inductionsschlägen veranlasst hatte. —

II. Einfluss von Kochsalzlösungen verschiedener Concentration auf die Flimmerbewegung.

Dass man durch concentrirtere Kochsalzlösungen die Flimmerbewegung aufheben könne, haben schon Purkinje und Valentin gezeigt; dass man die Bewegung durch Verdünnen der Lösung wieder erwecken könne, wird von Kölliker [1]) zuerst erwähnt und von Roth und Stuart bestätigt. Ich habe untersucht, wie sich die Flimmerbewegung gegen Salzlösungen von verschiedenem Concentrationsgrade verhält, welche Mittel den durch concentrirtere Salzlösungen herbeigeführten Stillstand aufheben, und unter welchen Bedingungen stillstehende Wimpern durch Salzlösungen wieder in Bewegung gebracht werden können. Alle Angaben beziehen sich auf die Rachenschleimhaut des Frosches.

Wie bei anderen chemisch indifferenten Substanzen giebt es auch beim Kochsalz eine Concentrationsstufe, bei welcher die Bewegung sich Stunden, ja Tage lang erhält. Diese Concentrationsstufe liegt für Kochsalz, wie auch Roth findet, bei etwa 0,5 %. Auch in Lösungen von 0,6 % kann die Flimmerung noch Tage lang fortbestehen; ebenso in solchen von 0,4 %. Vermindert man aber den Salzgehalt noch weiter, so tritt allmählich der Einfluss des Wassers deutlicher zum Vorschein. Bringt man z. B. Stückchen der Rachenschleimhaut in Kochsalz von 0,3 % oder 0,25 %, so beschleunigt sich anfangs die Bewegung bedeutend, die Schwingungen bleiben Minuten lang sehr frequent und gross, und nehmen dann ab, um bald unter Quellung der Zellen zum Stillstand zu führen. Dieser Stillstand zeigt alle Eigenschaften des Wasserstillstands. Wendet man noch schwächere Salzlösungen an, so wird natürlich derselbe Effect schneller erreicht. — Auf der andern Seite genügt schon eine geringe Steigerung des Salzgehaltes über 0,6 %, um die Bewegung beträchtlich abzuschwächen. In Lösungen von 1 % verlangsamt sich beispielsweise die Bewegung innerhalb der ersten Minuten bedeutend, hält sich dann aber oft Stunden lang auf niedriger, sehr langsam abnehmender Höhe. Die Bewegungen werden klein, hakenförmig und langsam. Selten geschehen mehr als zwei bis drei Schläge in der Secunde, meist weniger. Viele Flimmerhaare stehen schon nach wenig Minuten ganz still. In Lösungen von 1,25 % tritt der Stillstand noch merklich schneller ein; und wenn man ein frisches Stückchen Schleimhaut direct in eine Lösung von 2,5 % bringt, so stehen die meisten Wimpern fast augenblicklich still. Immerhin findet man auch hier fast stets eine Anzahl Flimmerhaare,

---

1) Kölliker, Physiol. Studien üb. d. Samenflüssigkeit. Ztschr. f. wiss. Zool. 1856. Bd. VII. p. 252.

welche ihre Bewegungen, wenn schon äusserst schwach und langsam, noch einige Zeit, zuweilen eine halbe Stunde und länger fortsetzen. Man beobachtet diess sogar noch in Lösungen von 5 % Salzgehalt. Roth hat also ganz Recht wenn er sagt, »dass die Flimmerhaare in re»lativ weiten Grenzen der Concentration ihre Bewegungen conservi»ren.« Freilich gilt diess nicht von der Grösse der Amplitude und Frequenz der Bewegungen. — Ich fand keine deutlichen Unterschiede in der Wirkung starker Salzlösungen, wenn ich in dem einen Falle ein frisches Präparat direct in die starke Lösung versetzte, in dem andern die Stärke der Lösung, von 0,5 % ausgehend, allmählich bis zur selben Höhe steigerte. Jedem bestimmten Concentrationsgrade scheint somit eine bestimmte mittlere Stärke und Schnelligkeit der Bewegungen zu entsprechen und es wird nicht erlaubt sein, eine Accommodation der Bewegungen an starke Concentrationsgrade bei sehr langsamer Steigerung des Salzgehaltes der Lösung anzunehmen, wie diess Roth thut. — Die Veränderungen, welche man unter dem Einfluss stärkerer Kochsalzlösungen (von 1 % aufwärts) im Aussehen der Flimmerzellen eintreten sieht, beruhen auf Flüssigkeitsentziehung. Die Zellen schrumpfen zusammen, erscheinen stärker glänzend, mehr homogen, bei stärkeren Graden der Einwirkung dunkler und die Intercellularräume erweitern sich zu hellen, messbar breiten Spalten. Die Flimmerhaare, welche deutlich an Volum vermindern und dunkler aussehen, stehen, wie bei früher beschriebenen Arten des Stillstands, steif und schräg nach vorn geneigt, meist alle unter demselben Winkel von 30—35°, zuweilen selbst 45°.

Unter den Mitteln, welche die durch stärkere Kochsalzlösungen herbeigeführte Flimmerruhe beseitigen können, steht das Wasser obenan. Sobald es in solcher Menge zugesetzt wird, dass die Concentration der Lösung auf etwa 1 % und weniger sinkt, zuweilen schon früher, beginnen die Bewegungen, während die Zellen ihr normales Aussehen mehr oder minder wieder erhalten. Die Salzlösung darf aber eine gewisse Concentration nicht überschritten haben, wenn Wasser noch wieder beleben soll. Lösungen von 10 % und mehr tödten die Zellen selbst bei einer Einwirkungsdauer von nur wenigen Minuten. Die Flimmerhaare lösen sich bei Wasserzutritt dann schnell auf, noch bevor die Concentration unter 0,5 % gesunken ist. Selbst wenn man die Zellen eine oder mehrere Minuten in Salzlösungen von nur 5 % gehalten hat, erwachen beim Verdünnen mit Wasser nicht alle Zellen wieder, keinesfalls aber erreichen die Bewegungen ihre normale Stärke und Schnelligkeit. Diess gelingt nur, wenn der Kochsalzstillstand durch

noch schwächere Lösungen (1 % bis 2,5 % circa) herbeigeführt war. — Auch wenn nach nur kurzer Einwirkung die starken Lösungen (5 % und höher) ganz allmählich durch immer schwächere Lösungen verdrängt wurden, stieg die Bewegung beim Wiedererreichen der günstigen Concentrationsstufe, wenn sie überhaupt wieder erwachte, doch nie über eine äusserst geringe Höhe. Es kann also auch hier von einer Accommodation nicht die Rede sein.

Das Wasser ist nun aber keineswegs das einzige Mittel, welches den Kochsalzstillstand aufhebt. Waren die Lösungen nicht zu concentrirt, z. B. nur 1,5 %, so erwacht die Bewegung auch wieder, wenn man Ammoniak in Gasform dem Präparate zuführt. Die Bewegungen beginnen hier aber meist erst, nachdem man die stark mit Ammoniakgas beladene Luft ein bis zwei Minuten lang durch die Gaskammer geführt hat; nicht schon nach wenigen Secunden wie beim Stillstand in indifferenten Lösungen[1]. Je stärker die Concentration, um so länger dauert es im Allgemeinen, ehe die belebende Wirkung des Ammoniaks sichtbar wird. Die ersten Bewegungen sind oft klein und langsam, können aber (bei 1,5 %igen Lösungen) in einer halben Minute gross und rasch (5 bis 8 in 1″) werden. Führt man ununterbrochen Ammoniak durch die Kammer, so stehen sie endlich still; aber auch dieser Stillstand tritt im Allgemeinen viel langsamer ein, als bei Flimmerzellen, die in Kochsalzlösung von 0,5 % liegen. Betrug der Salzgehalt der Lösung 2,5 % und mehr, so konnte durch Ammoniak die Bewegung nicht mehr hervorgerufen werden.

Auch durch Säuren, z. B. durch Kohlensäure, durch Dämpfe von Essig- oder Salzsäure kann der Stillstand beseitigt werden, der in mässig concentrirten Kochsalzlösungen (1 % bis 2 %) eintritt. Auch hier dauert es in den meisten Fällen eine oder mehrere Minuten ehe die Bewegungen wieder beginnen. Sie können sehr schnell und gross werden und halten sich bei fortdauernder Zufuhr von Säuredämpfen auch länger als gewöhnlich. Sie hören nämlich erst auf, wenn die Reaction schon Minuten lang stark sauer ist; ja, ich sah die Bewegungen sogar erst nach mehr als viertelstündiger Anwesenheit der sauren Reaction erlöschen.

Wie Ammoniak und Säuren heben auch Dämpfe von Aether, Alkohol und Schwefelkohlenstoff den Stillstand in Kochsalzlösungen auf, wenn der Salzgehalt 2 % bis 2,5 % nicht überschreitet. Auch diese Körper bedürfen längere Zeit als bei indifferenteren Lösungen, um ihren anfangs beschleunigenden, später hemmenden Einfluss geltend zu ma-

[1] Diess beruht zum Theil vermuthlich auf der geringeren Grösse des Absorptionscoefficienten stärkerer Salzlösungen für die betreffenden Gase

chen. Endlich wirkt auch Wärmesteigerung und elektrische Reizung wieder belebend, wenn die Concentration nicht über 2 % steigt. Hierüber wird in den Abschnitten über Wärme und Elektricität ausführlicher gehandelt werden. —

Alle diese Mittel, welche den durch concentrirtere Salzlösungen hervorgerufenen Stillstand aufheben, beseitigen auch die in sogenannten indifferenten Lösungen nach einiger Zeit eintretende Flimmerruhe. Man darf desshalb wohl annehmen — wie wir schon oben gethan — dass die letztere Art der Flimmerruhe gleichfalls darauf zu schieben sei, dass die Concentrationsstufe nicht die richtige, die Lösung also streng genommen nicht indifferent war.

Wir kommen nun zu der Frage, unter welchen Umständen stillstehende Wimpern durch Salzlösungen wieder in Bewegung versetzt werden können. Concentrirtere Lösungen können, soviel mir bekannt, nur zwei Arten der Flimmerruhe aufheben, nämlich den Wasserstillstand und den Alkalistillstand. Ich brachte Flimmerzellen vom Frosch, die in einem Tropfen Kochsalzlösung von 0,5 % in der Gaskammer lagen, durch Ammoniakdämpfe zur Ruhe, wobei die Zellen, wie früher erwähnt, etwas aufzuquellen beginnen. Nun legte ich einen kleinen Kochsalzkrystall in die Nähe der Zellen in den Tropfen. Alsbald begann die Bewegung bei den dem Krystall zunächst liegenden Zellen und mit fortschreitender Diffusion des Salzes allmählich auch bei den weiter abgelegenen Zellen wieder. War der Krystall so gross, dass der Tropfen eine starke Concentration annehmen konnte, so trat später natürlich Stillstand unter Schrumpfung der Zellen ein. — Säurestillstand, Stillstand durch Metallsalze, durch Aether oder Chloroformdämpfe, lässt sich auf diese Weise nicht aufheben. Ebensowenig Wärmestillstand oder Stillstand durch elektrische Schläge.

Dass es möglich ist, durch Auswaschen der Zellen mit indifferenten Salzlösungen einen durch Säuren oder durch Alkalien herbeigeführten Stillstand aufzuheben, davon kann man sich leicht überzeugen. Roth hat schon erwähnt, dass es ihm gelungen sei, Wimpern, die vorsichtig durch Chromsäure von 0,2 % — 0,02 % zur Ruhe gebracht waren, durch Auswaschen mit halbprocentiger Kochsalzlösung wieder zu erwecken. Den Ammoniakstillstand kann man, wenn dabei die Zellen nicht sehr gequollen waren, selbst durch schwach alkalisches Iodserum so vollkommen beseitigen, dass die Bewegung ihre normale Höhe wieder erreicht. Ebensogut wirkt Chlornatrium von 0,5 %.

Minder gut wird der durch Essigsäure, Salzsäure, Chromsäure oder andere Säuren veranlasste Stillstand durch Auswaschen mit Kochsalz

der angegebenen Concentration aufgehoben. Die Bewegungen können zwar wieder eine Frequenz von 2 — 3 Schlägen in der Secunde erreichen, das trübe Ansehen der Zellen bleibt aber bestehen. Erst wenn diess durch Zufuhr von Alkali, am besten von etwas Ammoniakgas, dem normalen Ansehen wieder Platz gemacht hat, erreichen die Bewegungen die normale Höhe wieder. Iodserum, welches schwach alkalisch ist, beseitigt desshalb den Säurestillstand viel schneller und vollkommener als die indifferentesten Kochsalzlösungen.

Ganz ähnlich wie Kochsalz verhalten sich andere neutrale Salze und auch Zucker, Kreatin und andere neutrale Stoffe gegen die Flimmerbewegung. Doch sind die Concentrationsgrade, in denen man diese Stoffe anwenden muss, um einen bestimmten Effect zu erreichen, andere als beim Kochsalz, und im Allgemeinen für jeden Körper besondere, vom endosmotischen Aequivalent des Körpers abhängige. So fand ich beim Rohrzucker Lösungen von 1 % noch schädlich; sie bewirkten binnen wenigen Minuten Stillstand unter Quellung der Zellen und Kerne, wie bei Einwirkung von reinem Wasser. Ziemlich indifferent sind Lösungen von 2,5 %, und selbst bei einem Zuckergehalt von 5% steht die Bewegung nicht gleich still, sondern verlangsamt sich ganz allmählich. Man findet zuweilen noch nach zehn Minuten die meisten Wimpern in, freilich sehr matter Bewegung. Das Aussehen der Zellen verräth hier die Folgen der Wasserentziehung: Schrumpfung und stärkere Lichtbrechung. Die Wiederbelebung aus dem Stillstand in stärker concentrirten Lösungen anderer indifferenter Körper, Zucker z. B., wird durch dieselben Mittel erreicht wie beim Kochsalz.

III. Einfluss von Säuren auf die Flimmerbewegung.

a. Kohlensäure.

Nach älteren, oben schon citirten Angaben von Sharpey[1]), deren Richtigkeit Valentin[2]) bestätigt, soll das Flimmerphänomen der Kiemen der Froschlarven in Wasser, welches mit Kohlensäure gesättigt ist, ungestört fortdauern. Neuere von Kühne[3]) an dem Flimmerepithel der Kiemen von Anodonta angestellte Beobachtungen ergaben, dass die Bewegung nicht nur in reiner Kohlensäure, sondern auch in einer nur mässig mit Kohlensäure vermischten Atmosphäre schnell erlischt.

1) Sharpey in Todd's Cyclop. I. p. 536.

2) Valentin, Artikel Flimmerbewegung in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. p. 512.

3) L. c. pag. 374.

Dasselbe hatte Kühne früher für die Protoplasmabewegungen verschiedener Organismen gefunden.

Ich theile hier die Versuche mit, welche ich an Flimmerzellen vom Frosche angestellt habe. Die Zellen wurden zunächst in Kochsalzlösung von 0,5 % in Blut, Blutserum oder anderen der oben aufgeführten verhältnissmässig indifferenten Flüssigkeiten untersucht. Die Anfertigung des Präparates geschah in derselben Weise wie früher. Dasselbe schwebte während des Versuchs in dem Tropfen an der Unterseite des Deckglases der Gaskammer. Einzelne Zellen zeigen bereits unmittelbar nach der Präparation, während noch die Gaskammer mit reiner atmosphärischer Luft gefüllt ist, keine oder doch eine sehr verlangsamte Bewegung, ohne dass ihr äusseres Ansehen sich verändert hätte. Bei den meisten tritt aber erst nach längerem Liegen in der »indifferenten« Lösung Stillstand oder Verlangsamung aus früher angegebenen Ursachen ein. Wenn man nun über solche Zellen einen raschen Strom reiner Kohlensäure durch die Kammer schickt, ist binnen wenigen Secunden die Flimmerbewegung im ganzen Präparat im schnellsten Gange. Flimmerhaare, die vorher ganz stillstanden, können nach einer Viertelminute schon mit einer Frequenz von acht und mehr Schlägen in der Secunde schwingen. — Schon ein kleiner Kohlensäuregehalt der Luft genügt, alle Bewegungen wieder zu erwecken und zu beschleunigen. Nimmt man das eine Ende des zur Gaskammer führenden Kautschukschlauches in den Mund, während man zugleich in's Mikroskop blickt, so braucht man nur langsam durch die Kammer zu exspiriren, um überall die Bewegung sich auf's Heftigste beschleunigen zu sehen. Auch mit ziemlich stark abgekühlter Exspirationsluft gelingt der Versuch, und am besten, wenn man den Athem etwas lange angehalten hat. — Inspirirt man darauf durch die Kammer, saugt man also die Kohlensäure zurück, so hört die Bewegung nach einigen Minuten wieder auf, oder verlangsamt sich wenigstens. Ein neuer Exspirationsstrom ruft sie wieder hervor und so kann man, je nachdem ein- oder ausgeathmet wird, Verlangsamung und Beschleunigung miteinander wechseln lassen. —

In einer Atmosphäre von reiner Kohlensäure erlischt die Flimmerbewegung in kurzer Zeit. Bringt man frische Flimmerzellen in Kochsalzlösung von 0,5 % oder Serum in die Gaskammer und verdrängt die atmosphärische Luft durch einen Strom reiner Kohlensäure, so vermindert sich nach ein oder zwei Minuten die Bewegung im ganzen Präparate; das Tempo wird langsamer und die Amplitude der Schwingungen bei den meisten Wimpern kleiner. Fast alle zeigen die hakenförmige Bewegung. Nach etwa zehn Minuten stehen alle Flimmerhaare still und

zwar in derselben schräg geneigten Stellung, wie im Kochsalz-, im Wasserstoffstillstande u. a. Dabei haben die Zellen ein gelbliches, trübes Ansehen gewonnen, die Zellenkerne treten mit dunkelen Contouren hervor, auch die Wimpern scheinen gelblich und weniger durchscheinend geworden zu sein. Diese Veränderungen sind meist schon einige Zeit vor dem völligen Stillstande ganz ausgebildet. — Wie in reiner Kohlensäure tritt auch der Stillstand ein in einer stark mit Kohlensäure beladenen Atmosphäre, doch um so später, je geringer der Kohlensäuregehalt derselben ist. Bei sehr geringem Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft erhält sich dagegen, wie schon erwähnt, die Bewegung viel länger als in reiner Luft.

Frisch präparirte Flimmerzellen, in Kohlensäure zur Ruhe gebracht, fangen beim Verdrängen der Kohlensäure durch atmosphärische Luft langsam wieder an, sich zu bewegen, und die Bewegung kann, falls der Kohlensäurestillstand nicht zu lange angehalten hatte, nach einigen Minuten wieder so lebhaft sein, wie vor dem Einleiten der Kohlensäure. Sie erhält sich dann bei genügendem Sauerstoffzutritt lange Zeit und es scheint nicht, dass der vorübergehende Kohlensäurestillstand erhebliche bleibende Störungen hinterlassen habe. — Der Wiederbeginn der Bewegungen bei dem Verdrängen der Kohlensäure durch atmosphärische Luft erfolgt nie so plötzlich, wie z. B. das Erwachen der Bewegung aus dem später zu schildernden Wasserstoffstillstande durch Kohlensäurezufuhr. —

Es ist nun sehr bemerkenswerth, dass die oben erwähnten Veränderungen im Aussehen der Zellen, welche beim Herannahen des Kohlensäuresillstandes eintreten, beim Verdrängen der Kohlensäure durch atmosphärische Luft wieder verschwinden. Sobald die Bewegung wieder beginnt, verlieren die Zellen ihr trübes, gelbliches Aussehen, die Kerne werden wieder undeutlich oder ganz unsichtbar und auch die Wimpern scheinen heller zu werden. Dieser Wechsel im Aussehen der Zellen wiederholt sich, so oft man Bewegung und Kohlensäurestillstand miteinander abwechseln lässt. Nach allzuhäufiger oder allzulanger Kohlensäureeinwirkung stellt sich indessen das frühere Ansehen der Zellen durch Luft nicht wieder her. — Auf entsprechende Veränderungen an den rothen Blutkörperchen des Frosches machte mich Herr Donders gelegentlich aufmerksam. Hier treten ebenfalls bei Zutritt von Kohlensäure die Kerne plötzlich scharf hervor und werden wieder unsichtbar, oder doch äusserst blass, wenn die Kohlensäure durch Wasserstoff oder atmosphärische Luft ausgewaschen wird. In jedem Präparat von Flimmerzellen finden sich nun rothe Blutkörperchen in genügender Menge. Die Beobachtung lehrt, dass die unter den

oben erwähnten Bedingungen erfolgende Beschleunigung der Flimmerbewegung durch Kohlensäure in der Regel etwas früher eintritt als das Sichtbarwerden der Kerne in den rothen Blutkörperchen. Diess ist am besten zu constatiren, wenn die betreffenden rothen Blutkörperchen dicht neben der beobachteten Flimmerzelle liegen. Der Zeitunterschied beträgt oft nur wenige Secunden, zuweilen mehr. Bei manchen Zellen tritt aber auch die Beschleunigung der Bewegung erst auf, wenn schon die Kerne der benachbarten Blutkörperchen zum Vorschein gekommen sind.

Untersucht man die Reaction des Präparats während der verschiedenen Stadien der Kohlensäureeinwirkung, z. B. mittels eines in den Tropfen gelegten Stücks blauen Lakmuspapiers oder fein in der Flüssigkeit vertheilter Lakmuskörnchen, so ergiebt sich Folgendes. Das Wiedererwachen, respective die Beschleunigung der Bewegung durch Kohlensäure beginnt in den meisten Fällen früher als die rothe Färbung des Lakmus eintritt. Doch erreicht die Bewegung oft dann erst ihr Maximum, wenn das Lakmuspapier im Tropfen bereits eine stark rothe Farbe angenommen hat, und jedenfalls kann der Tropfen schon mehrere Minuten lang sauer reagiren, ehe die letzte Bewegung erlischt. Der Wiederbeginn der Bewegungen nach dem Kohlensäurestillstand findet selten statt, bevor die neutrale Reaction wieder hergestellt ist.

Wie durch einen Luftstrom kann auch, und in der Regel noch schneller, durch reinen Sauerstoff der Kohlensäurestillstand aufgehoben werden. Ganz ähnlich wirkt Verdrängen der Kohlensäure durch reinen Wasserstoff oder andere indifferente Gase. Immer verliert sich beim Wiedererwachen der Bewegung das trübe gelbliche Ansehen der Zellen.

Die Wirkung der Kohlensäure kann aber eine solche Höhe erreichen, dass es nicht mehr möglich ist, durch indifferente Gase den Stillstand zu beseitigen. Wie lange man auch Sauerstoff oder Wasserstoff über das Präparat führen möge — die Zellen bleiben trübe, die Wimpern steif und still. In diesen Fällen beleben Alkalien die Bewegungen wieder. Eine Spur Ammoniakgas, der Luft oder dem Wasserstoff beigemischt, reicht in der Regel dazu aus. Ebenso wirkt Auswaschen mit äusserst verdünnten Lösungen von Natron oder Kali oder auch alkalisches Serum.

Von den Fällen, in denen die Kohlensäure belebend wirkt, haben wir bereits einen erwähnt, den wo die Bewegung in indifferenten Flüssigkeiten bei alleiniger Gegenwart von atmosphärischer Luft erlahmt ist. In den Abschnitten über Wasser und Kochsalz wurde

gleichfalls schon die Thatsache mitgetheilt, dass sowol der Wasserstillstand, als der Stillstand in concentrirteren Salzlösungen (bis 2 %) durch Kohlensäure aufgehoben werden können. Weiter unten wird der Wiedererweckung der Bewegung aus dem Alkalistillstand durch Kohlensäure gedacht werden. —

Interessant ist das Erwachen der Bewegung aus dem Wasserstoffstillstand bei Zutritt reiner Kohlensäure. — Leitet man reines Wasserstoffgas so lange über Flimmerzellen, die in neutralen Salzlösungen passender Concentration oder in Serum liegen, bis die Bewegung an den meisten Stellen zur Ruhe gekommen ist, sperrt dann dem Wasserstoff den Zutritt zur Gaskammer ab und lässt nun aus einer Zweigleitung plötzlich einen Strom reiner Kohlensäure einfliessen, so fängt nach wenigen Secunden die Bewegung im ganzen Präparate wieder an. Am schönsten zeigt sich das bei Anwendung von Blut oder Blutserum. Hier erwacht die Bewegung oft bei allen Zellen gleichzeitig, wie mit einem Zauberschlage. Die ersten Bewegungen zeichnen sich meist schon durch grosse Excursionsweite aus und das Tempo beschleunigt sich so rasch, dass fünf bis zehn Secunden nach dem Erwachen die Schwingungen unzählbar sind. Das im Tropfen hängende Schleimhautstück wird durch die Schläge seiner Wimpern fortbewegt; isolirte Gruppen von Flimmerzellen gerathen fast plötzlich in wirbelnde Drehbewegungen.

Die Bewegung erwacht um so zeitiger und erreicht um so schneller ihr Maximum, je grösser die eingedrungene Kohlensäuremenge, je flacher der Tropfen ist, in dem das Präparat schwebt, und je kürzere Zeit der Wasserstoffstillstand angehalten hat. Standen die Zellen erst kurze Zeit still, so reicht die Beimischung einer sehr kleinen Menge Kohlensäure zum Wasserstoffstrom zur Wiederbelebung aus, und selbst nach mehrstündiger Dauer des Wasserstoffstillstandes bedarf es nicht immer grosser Kohlensäuremengen, um dasselbe Resultat zu erreichen. — Wie man nun den bereits eingetretenen Wasserstoffstillstand durch Kohlensäure aufheben kann, so kann man auch seinen Eintritt verzögern, indem man dem Wasserstoffstrome etwas Kohlensäure beimengt. In einem Gemisch von 5 Volumprocent Kohlensäure und 95 % Wasserstoff erhält sich beispielsweise die Flimmerbewegung wol drei- und mehrmal so lange als in reinem Wasserstoff. Es dauert nicht selten mehrere Stunden, ehe hier die Bewegung der meisten Zellen aufgehört hat.

Auch Wimpern, die in reinem Sauerstoff in möglichst indifferenten Lösungen zu schlagen aufgehört haben, werden durch Kohlensäure wieder erweckt und in der Regel sehr schnell, binnen einigen Secun-

den. Sorgt man dann dafür, dass dem Sauerstoffstrome, oder der atmosphärischen Luft vor ihrem Eintritt in die Gaskammer beständig eine kleine Menge Kohlensäure beigemischt wird, so dauert die Bewegung viele Stunden lang fort und erst die Fäulniss macht ihr ein Ende. — Ebenso fangen Flimmerhaare, welche so lange in einer Wasserstoffatmosphäre verweilt haben, dass sie durch reinen Sauerstoff nicht wieder erweckt werden, sogleich wieder an, sich zu bewegen, wenn dem Sauerstoff Kohlensäure beigemischt wird, und können dann ebenfalls in einem Gemisch von atmosphärischer Luft und etwas Kohlensäure lange Zeit in Bewegung erhalten werden.

Ueber die Form der Bewegungen beim Wiedererwachen aus dem Wasserstoff- oder Sauerstoffstillstande durch Kohlensäure ist nur wenig zu bemerken. In manchen Fällen sind gleich die ersten Bewegungen wellenförmig und die folgenden bleiben es dann. Viele Flimmerhaare beginnen aber mit hakenförmigen Bewegungen, welche entweder zu Anfang schon sehr gross sind, oder es doch bald werden. Sie können allmählich zu wellenförmigen Bewegungen übergehen. Wieder andere Flimmerhaare machen nur kleine hakenförmige Bewegungen, welche nie eine grosse Amplitude erreichen. Das Tempo der Bewegungen beim Wiedererwachen ist ebenfalls verschieden. In der Regel geschehen die ersten Schwingungen langsam und folgen sich dann immer schneller, so dass nach 5 bis 10 Secunden schon das Maximum erreicht sein kann. Zuweilen beginnt die Bewegung schon in einem Tempo von zwei oder drei Schlägen in der Secunde. —

Im äusseren Ansehen der Zellen ändert sich beim Wiedereintreten der Bewegung nichts. Weder trübt sich das Zellprotoplasma, noch werden die Zellenkerne sichtbar, noch auch macht sich eine Quellung oder Schrumpfung der ganzen Zelle bemerklich. Bald treten dagegen, wenn grössere Kohlensäuremengen längere Zeit über das Präparat geleitet werden, die oben beschriebenen Veränderungen ein, die mit einer Abnahme der Bewegungen Hand in Hand gehen. —

Hat man die Flimmerzellen durch Wasserstoff zur Ruhe gebracht und durch Kohlensäure wieder in Bewegung versetzt, so kommen sie bei fortgesetztem Durchleiten reiner Kohlensäure oder in einer Mischung von Wasserstoff mit sehr viel Kohlensäure schneller zur Ruhe, als wenn statt des Wasserstoffs atmosphärische Luft eingewirkt hatte. In der Regel verstärkt und beschleunigt sich beim Wiedererwachen aus dem Wasserstoffstillstande durch Kohlensäure die Bewegung in der ersten halben bis ganzen Minute bedeutend, nimmt aber schon in der zweiten Minute wieder langsam ab, so dass dann nach drei Minuten, oft etwas später, die meisten Zellen wieder in Ruhe sind. Auch hier werden die

Zellen trübe, die Kerne deutlich. — Verdrängt man nun die Kohlensäure wieder durch reinen Wasserstoff, so erwachen nach etwa einer halben Minute oder etwas später bei vielen Zellen wieder langsame, meist kleine Bewegungen, die sich anfangs ein wenig beschleunigen und verstärken, aber bald wieder nachlassen. Nach drei Minuten pflegt in den meisten Fällen wieder vollkommener Stillstand durch den Wasserstoff herbeigeführt zu sein. — Neue Zufuhr von reiner Kohlensäure erweckt sofort wieder heftige Bewegungen, die ebenfalls ungefähr gegen das Ende der ersten oder im Laufe der zweiten Minute ihr Maximum erreichen. Eine oder zwei Minuten später steht Alles wieder still. Abermaliges Verdrängen der Kohlensäure durch reinen Wasserstoff ruft von Neuem einige schwache, bald wieder aufhörende Bewegungen hervor und neue Kohlensäure bewirkt auch hierauf Wiedererwachen starker Bewegungen. So kann man, indem man Kohlensäure und reinen Wasserstoff abwechselnd durch die Kammer führt, Stillstand und Wiederbelebung oft miteinander wechseln lassen. Je öfter man den Versuch an derselben Zelle wiederholt hat, um so schwächer pflegen dann die Bewegungen beim Wiedererwachen durch Kohlensäure zu sein und um so rascher tritt sowohl der Wasserstoff- als der Kohlensäurestillstand ein. Doch habe ich Zellen, die binnen einer Stunde acht Mal den Wechsel durchgemacht hatten, noch aus dem Wasserstoffstillstande erwecken können, als ich zum neunten Mal reine Kohlensäure zuführte. Um den Versuch so oft an einer und derselben Zelle wiederholen zu können, darf man aber jeden einzelnen Wasserstoff- und Kohlensäurestillstand nicht länger als etwa $^1/_2$ bis 2 Minuten anhalten lassen. — Wenn endlich in diesen Versuchen die Bewegung weder bei Wasserstoff- noch bei Kohlensäurezufuhr wieder erwachen will, bedarf es nur eines Stromes atmosphärischer Luft oder Sauerstoffs, um sie wieder hervorzurufen, und zwar wird sie hier, wo man längere Zeit zwischen Zufuhr von reinem Wasserstoff und von reiner Kohlensäure abgewechselt hatte, durch reine Luft oder Sauerstoff aus dem Kohlensäurestillstande viel sicherer erweckt als aus dem Wasserstoffstillstande, wenn bei letzterem jede Spur von Kohlensäure aus der Gaskammer verdrängt war.

b. Andere Säuren.

Es liess sich erwarten, dass der Einfluss anderer Säuren in allem Wesentlichen derselbe sein würde, wie der der Kohlensäure, insbesondere dass der unter so vielen Umständen gefundene belebende Einfluss der Kohlensäure auch den anderen Säuren zukommen würde. In den bisherigen Arbeiten ist immer nur von der Schädlichkeit der Säuren

die Rede, und in dem einzigen Falle, in welchem man von Säuren eine belebende Wirkung sah, beruhte diese auf Neutralisation von überschüssigem Alkali. — PURKINJE und VALENTIN[1]) haben schon über den Einfluss verschiedener organischer und anorganischer Säuren Mittheilungen gemacht. Sie fanden, dass die von ihnen untersuchten Säuren die Flimmerbewegung zum Stillstand brachten. Essigsäure hemmte noch in 10000facher, Salzsäure, Salpetersäure in 1000facher, Benzoesäure, Oxalsäure, verdünnte Schwefelsäure der preussischen Pharmakopoe noch in 100facher Verdünnung. In 100000facher Wasserverdünnung wirkte keiner der geprüften Körper. — Neuere Beobachtungen von M. ROTH[2]) bestätigen diese Angaben. Erwähnung verdient, dass ROTH den durch äusserst verdünnte Essigsäure oder Chromsäure bewirkten Stillstand aufheben konnte, wenn er einen Strom von Iodserum oder Kochsalzlösung von 0,5 % durch das Präparat fliessen liess. ROTH widerspricht einer früheren Behauptung von HANNOVER[3]), dass in verdünnter Chromsäure Flimmerbewegung sich erhalten könne. — KÜHNE[4]) endlich, der an Anodonta experimentirte, theilt mit, dass man die mittels Ammoniakdämpfen zur Ruhe gebrachte Flimmerbewegung durch Essigsäuredämpfe wiedererwecken könne. Ein Ueberschuss der letzteren bewirke dann Stillstand, den man durch Alkalien wieder aufzuheben vermöge.

STUART kommt zu demselben Resultat an Essigsäure, Oxalsäure, Phosphor-, Salz-, Salpeter- und Chromsäure, die er in tropfbar flüssiger Form den Zellen von der Rachenschleimhaut des Frosches zuführte. Auch er erwähnt nichts von einer erregenden Wirkung der Säuren.

Meine eigenen Versuche, die wiederum hauptsächlich an den Flimmerzellen der Mundschleimhaut des Frosches angestellt wurden, erstrecken sich auf den Einfluss der Salzsäure, der Chromsäure, der Oxalsäure, der Essigsäure und der Milchsäure. Salz- und Essigsäure führte ich meist in Dampfform dem in der Gaskammer befindlichen Präparate zu. — Die betreffenden Versuche kann man am schnellsten und einfachsten so anstellen, dass man über die eine Ausführungsröhre der Kammer einen Kautschukschlauch zieht und dessen freies

---

1) PURKINJE et VALENTIN, De phaenomeno generali et fundamentali motus vibratorii 1835. pag. 74—76. — VALENTIN, Art. Flimmerbewegung in R. WAGNER's H. d. Ph. Bd. I. pag. 512.

2) ROTH, Ueber einige Beziehungen des Flimmerepithels zum contractilen Protoplasma. In VIRCHOW's Archiv Bd. 37. 1866. pag. 184.

3) HANNOVER in MÜLLER's Archiv. 1840. pag. 557.

4) KÜHNE in M. SCHULTZE's Archiv. 1866. p. 375.

Ende in den Mund nimmt. Vor die andere Oeffnung der Kammer, aus der man die Röhre herausschrauben kann, hält man einen mit der Säure befeuchteten Glasstöpsel oder Glasstab. Die in die Kammer hereingesaugte Luft ist dann mit Säuredämpfen beladen [1]).

Die Ergebnisse waren, bei Anwendung von Salzsäure- wie von Essigsäuredämpfen, im Wesentlichen dieselben wie bei Kohlensäure.

Hat sich die Bewegung in indifferenten Lösungen verlangsamt, so beginnen nach wenig Secunden an allen Stellen des Präparates die Bewegungen sich in hohem Maasse zu beschleunigen und zu verstärken. Vorher stillgewesene Wimpern schlagen nach einer Viertelminute mit einer Frequenz von mehr als acht Schwingungen in der Secunde, und an vielen Stellen erfolgen die Bewegungen so rasch, dass selbst der Eindruck des Flimmerns nicht mehr zu Stande kommt. Die Bewegungen haben beim Wiedererwachen oft Wellenform; auch vorher hakenförmige, kleine Bewegungen gehen beim Beginn der Salzsäurewirkung nicht selten rasch in grosse wellenförmige über. —

Wenn nur eine äusserst geringe Menge Säure der Luft beigemischt bleibt, kann sich die Bewegung sehr lange erhalten, auch wenn sie vor dem Zutritt der Säure schon stillgestanden hatte. Bei Ueberschuss der Säure tritt meist sehr schnell Stillstand ein. Beim Uebergang in den Stillstand verlangsamt sich nicht nur das Tempo, sondern es werden

1) Leitet man die Säuredämpfe vor dem Eintritt in die Gaskammer durch Kautschukschläuche, so hat man auf einen Umstand zu achten, der zu groben Täuschungen Veranlassung geben kann. Es fiel mir im Anfang meiner Versuche wiederholt auf, dass ich beim Durchsaugen von starken Essigsäuredämpfen durch Schläuche von nicht vulkanisirtem Kautschuk, keinen Säuregeschmack im Munde bekam. Die Schläuche waren nicht länger als 0,5 Meter und ihr Lumen 3 Mm. weit. Selbst als ich das eine Ende des Schlauchs in eine mit concentrirter Essigsäure halbgefüllte Flasche hängen liess und am andern Ende mit dem Munde kräftig sog, schmeckte ich anfangs nichts von Säure. Erst nach längerem, oft minutenlang fortgesetztem Saugen machte sich Säuregeschmack bemerkbar. Bei näherer Untersuchung zeigte sich, dass die Essigsäuredämpfe von den Kautschukschläuchen verschluckt waren. In der That hauchten diese Kautschukschläuche nun beständig Säuredämpfe aus und zwar in so hohem Maasse, dass noch Wochen nachher alle atmosphärische Luft, die durch die Schläuche gesaugt wurde, stark sauer herauskam. Und diess war selbst dann noch der Fall, als die Schläuche einige Tage lang in ammoniakhaltigem Wasser gelegen hatten. Man thut darum besser, solche Schläuche überhaupt nicht zu gebrauchen. Bei Schläuchen von vulkanisirtem Kautschuk ist mir der genannte Uebelstand nicht aufgefallen. Doch prüfe ich der Sicherheit halber die Reinheit aller Schläuche, indem ich längere Zeit Luft hindurchleite und diese einmal in eben blauer, einmal in schwach rother Lakmustinctur auffange. Letzteres ist nöthig, weil auch Ammoniakgas von manchen Schläuchen in grossen Quantitäten verschluckt und dann ausgehaucht wird.

auch die Excursionen in der Regel viel kleiner und die hakenförmigen Bewegungen werden vorwiegend. Zugleich werden die Zellen gelblich, feinkörnig getrübt, die Kerne erscheinen mit dunklen unregelmässigen Contouren, auch die Wimpern scheinen dunkler contourirt und gelblich und stehen endlich schräg und gestreckt still, ebenso wie das früher schon beschrieben wurde. — Die Beschleunigung der Bewegung tritt ein, noch bevor die Kerne der im Präparate befindlichen rothen Blutkörperchen durch die Säure sichtbar gemacht werden. Ebenso tritt sie früher ein, als sich ein im Tropfen befindliches Stück blaues Lakmuspapier röthet. Auch der Stillstand pflegt schon da zu sein, wenn die rothe Färbung eintritt.

Um nichtflüchtige Säuren, wie Chromsäure, Oxalsäure u. a. schon im ersten Stadium zu beobachten, zog ich es vor, die säurehaltige Flüssigkeit nicht von der Seite her unter dem Deckglase durchfliessen zu lassen, wie man das sonst wol mit Hilfe von Fliesspapier z. B. thut. Hierbei ist es aus vielerlei Gründen unmöglich, den Moment zu bestimmen, in welchem die beobachteten Zellen mit der Säure in Berührung kommen, namentlich ist die Schleimhaut oft mit einer, nicht selten ziemlich weit von der Oberfläche der Zellen abstehenden Schleimschicht überzogen, an welcher sich der Säurestrom bricht, und im Vordringen zu den Zellen behindert wird. Aus diesen Gründen schlug ich folgendes Verfahren ein. Ein Glasröhrchen wurde in eine etwa 2 Cent. lange, sehr feine capillare Spitze ausgezogen, und mittels einer nach allen Richtungen frei beweglichen Klemme so fixirt, dass die Mündung dieser Spitze (die eine Weite von etwa 0,06 Mm. besass) in der Mitte des Gesichtsfeldes vom Mikroskop dicht vor den zu beobachtenden Flimmerzellen im Focus sich befand. In das Glasrohr war nun vorher die säurehaltige Flüssigkeit so gefüllt worden, dass sie bis ungefähr $^1/_4$ Mm. weit von der capillaren Oeffnung stand. Hierdurch wird erreicht, dass beim Eintauchen der Spitze des capillaren Glasrohrs in den Tropfen, in welchem sich die Flimmerzellen befinden, eine Luftblase von $^1/_4$ Mm. Länge die Mündung des Röhrchens verschliesst und verhindert, dass die Säure sich ohne Weiteres mit der Flüssigkeit mische, in der das Object liegt. Ist das Glasröhrchen in der richtigen Einstellung fixirt, so treibt man durch Blasen in einen über das weitere Ende des Glasrohrs gezogenen Kautschukschlauch erst die in der Mündung steckende kleine Luftblase heraus, der sogleich die saure Flüssigkeit folgt. Je nachdem man stärker oder schwächer bläst, geht die Flüssigkeit schneller oder langsamer heraus und kann auch durch Saugen sofort wieder in das Capillarrohr zurückgebracht werden, falls sie nicht zu weit ausgetreten war. Auf diese Weise kann man den Zutritt der Flüssigkeit

ziemlich genau localisiren und reguliren und alle Stadien der Einwirkung bequem beobachten.

Ich brachte nun die Mündung des Capillarrohrs vor eine Gruppe von Zellen, deren Bewegung sich in Kochsalz von 0,5% oder Serum theils verlangsamt hatte, theils schon stillstand. Trieb ich halbprocentige Kochsalzlösung oder Serum durch das Röhrchen auf die Zellen, so beschleunigte sich die Bewegung nicht oder nur wenig. Anders, wenn ich mit Chromsäure von 0,1% versetztes Serum in die Röhre gefüllt hatte. Im Moment, wo die schwach gelbliche Flüssigkeit aus der Mündung des Röhrchens austrat, beschleunigte und verstärkte sich die Bewegung bei den vor der Mündung liegenden Zellen erheblich, einzelne erwachten aus dem Stillstande. Hiernach trat unter gelblicher Färbung und Trübung der Zellen Stillstand ein. Saugte ich die kleine Menge der ausgetretenen Chromsäure in die Glasröhre zurück, so begann die Bewegung wieder, doch nicht stark und nicht schnell. Zugleich nahm die gelbliche Färbung der Zellen etwas ab. —

Wurde statt der Chromsäure Oxalsäure oder Milchsäure benutzt, so traten ganz dieselben Aenderungen der Bewegung ein: erst Beschleunigung, dann Verlangsamung und Stillstand unter Trübung der Zellen und Sichtbarwerden der Kerne. — Nimmt man die Säuren zu concentrirt, oder treibt man sie sehr rasch aus der Mündung heraus, so kann das Stadium der Beschleunigung unterdrückt werden und man erhält sogleich Stillstand. —

In der hier angegebenen Weise kann man sich auch von der beschleunigenden Wirkung der Kohlensäure überzeugen. Man beobachtet eine auffällige Beschleunigung und Verstärkung der Bewegungen, wenn man eine mit Kohlensäure gefüllte Luftblase aus der Mündung des Capillarrohrs an die Zellen treten lässt.

Der belebende und erst bei fortgesetzter Einwirkung hemmende Einfluss der erwähnten Säuren zeigte sich auch ferner unter ganz denselben Verhältnissen wie bei der Kohlensäure: bei dem Stillstande durch Wasser, durch zu stark verdünnte und zu stark concentrirte Salzlösung, beim Stillstande in reinem Wasserstoff (wenigstens in der ersten Zeit desselben) oder in reinem Sauerstoff in indifferenten Flüssigkeiten, endlich beim Alkalistillstande. — Niemals gelang es, durch eine der genannten Säuren einen durch Luft nicht mehr zu beseitigenden Aether- oder Chloroformstillstand zu heben; ebensowenig einen Wärmestillstand in Serum, der beim blossen Abkühlen nicht weichen wollte, oder einen durch elektrische Schläge herbeigeführten Stillstand.

Wie endlich zu erwarten war, ist es selbst bei grösster Vorsicht

nicht möglich, einen durch eine Säure herbeigeführten Stillstand durch Zufuhr einer anderen Säure aufzuheben. Hat man aber z. B. einen Kohlensäurestillstand durch atmosphärische Luft aufgehoben und beginnen nach einiger Zeit die Bewegungen sich in atmosphärischer Luft zu verlangsamen, so ruft dann Zufuhr von Salzsäure oder Essigsäure ebensogut Beschleunigung und Verstärkung hervor, wie Kohlensäure.

Gedenken wir noch mit einigen Worten der Mittel, welche die durch Säuren vorsichtig zur Ruhe gebrachte Flimmerung wieder erstehen lassen. Wir berücksichtigen hier nur solche Fälle, in denen die Zellen zu Beginn der Säureeinwirkung in indifferenten Flüssigkeiten lagen. Hat man den Stillstand durch Salz- oder Essigsäuredämpfe äusserst vorsichtig herbeigeführt und lässt man sofort nach seinem Eintritt reine atmosphärische Luft in starkem Strome durch die Gaskammer gehen, so erwachen mitunter nach einiger Zeit (nach einer halben bis mehreren Minuten) die Bewegungen wieder. Doch ist es viel häufiger, dass der Stillstand fortbestehen bleibt. Auch bleiben die Bewegungen im ersten Falle klein, nicht frequent und erlöschen in der Regel bald wieder. Auch durch wiederholtes Auswaschen mit reinem Wasser, noch besser mit Kochsalz von 0,5 % kann man, freilich oft erst nach Minuten, die Bewegungen wieder in's Leben rufen. Aber auch in diesen Fällen bleiben die wieder erwachten Bewegungen klein, hakenförmig, wenig frequent. Vielleicht beruht diess Wiedererwachen nur darauf, dass die Säure nicht weiter als bis in die oberflächlichsten Partien der Zellen eingedrungen war und hier dann nach dem Auswaschen der Säure dadurch neutralisirt wurde, dass schwach alkalische Flüssigkeit aus den von der Säure nicht erreichten tieferen Partien der Schleimhaut langsam nach der Oberfläche zu diffundirte. —

Das Hauptmittel gegen den Säurestillstand sind die Alkalien, von deren Einfluss sogleich weiter die Rede sein wird. — Liess ich Flimmerzellen durch Salz- oder Essigsäuredämpfe sehr vorsichtig bei gewöhnlicher Zimmertemperatur zur Ruhe kommen, und brachte ich dann die feuchte Kammer auf den stark geheizten Objecttisch von Schultze, dann erwachten die Bewegungen niemals wieder, wohl aber (falls die Erwärmung nicht zu weit getrieben war), sobald etwas Ammoniak durch die Kammer geführt wurde.

Taucht man frische Flimmerzellen in verdünnte oder concentrirtere Lösungen von reinen Mineralsäuren (Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure von 0,5 % und mehr), so steht die Flimmerbewegung augenblicklich und für immer still. Die Zellen werden dabei undurchsichtig und bräunlich.

IV. Einfluss von Alkalien auf die Flimmerbewegung.

Die günstige Wirkung alkalischer Flüssigkeiten ist, nachdem wie oben schon erwähnt, Virchow den erregenden Einfluss von Kali und Natron entdeckt hatte, von vielen Seiten bestätigt worden. Doch sind die Bedingungen, unter denen die Alkalien ihren belebenden Einfluss äussern, nicht näher untersucht. Nur für den Säurestillstand haben Cl. Bernard und W. Kühne gezeigt, dass er durch Alkalien aufgehoben werden kann, und letzterer Autor meint, dass wol auch in den andern Fällen die günstige Wirkung des Alkali auf Neutralisation einer Säure in den Flimmerzellen beruhen möge. — Ich untersuchte wie die Alkalien auf Flimmerzellen wirken, deren Thätigkeit unter verschiedenen, bestimmten Bedingungen nachgelassen hat, und dann, welche Mittel einen unter verschiedenen Umständen eingetretenen Alkalistillstand aufzuheben im Stande seien.

Sind Flimmerzellen, die in Kochsalz von 0,5—0,6 % oder in Serum liegen, bei Anwesenheit von atmosphärischer Luft oder in einer Atmosphäre von reinem Sauerstoff zur Ruhe gekommen, so erweckt Zusatz von Kali- oder Natronlauge die Bewegungen wieder und wenn diese Flüssigkeiten in äusserst hoher Verdünnung benutzt werden, kann sich die Bewegung dann lange erhalten. Beim Erwachen sind die Bewegungen fast ausschliesslich wellenförmig und von sehr grosser Amplitude, ihr Tempo, anfangs meist langsam, kann sich bald zu derselben Höhe erheben, wie wir das für die Kohlensäure und andere Säuren fanden. Je weniger Veränderungen man beim Wiedererwachen der Bewegung im Aussehen der Zellen bemerkt, um so länger dauert dann die Bewegung. Wird aber das Kali oder Natron nicht in äusserst geringer Menge der indifferenten Flüssigkeit, in der das Präparat liegt, zugesetzt, so bemerkt man theils beim Wiederbeginn der Bewegung, theils bald nachher, unter gleichzeitiger Verlangsamung der Bewegungen eine erhebliche Quellung. Die Zellen schwellen auf, werden ganz durchscheinend; ebenso werden die Flimmerhaare deutlich dicker und blasser, endlich können die Zellen platzen und Alles wird aufgelöst. — Ganz ebenso wirkt nun das kaustische Ammoniak auf die in Sauerstoff oder atmosphärischer Luft zur Ruhe gekommene Bewegung. Saugt man einen Luftstrom, dem Ammoniakdämpfe beigemischt sind, durch die Gaskammer, so gerathen alle Zellen im Präparat in die heftigste Bewegung [1]. Der Tropfen nimmt zugleich eine deutlich

[1] Zum Ueberfluss kann man sich auch hier vor dem Anstellen des Versuchs überzeugen, dass das Durchsaugen eines Stromes reiner atmosphärischer Luft die Bewegungen nicht wieder anfacht.

alkalische Reaction an. Die Form und das übrige Verhalten der Bewegung beim Wiedererwachen durch Ammoniak sind ganz ebenso wie beim Erwachen durch die fixen Alkalien. Bei längerem Durchführen des Ammoniakgases tritt dann Stillstand ein, zuweilen noch bevor die Zellenkörper erheblich gequollen sind. Endlich können, wie in Kali und Natron die Zellen zerfliessen, die Wimpern sich auflösen.

Wie wir früher gesehen haben, beruhte der Stillstand in indifferenten Lösungen wie Serum, Humor aqueus u. s. w. darauf, dass die Lösungen nicht indifferent, sondern in den allermeisten Fällen etwas zu concentrirt waren. Es liess sich desshalb erwarten, dass auch der durch stark concentrirte Salzlösungen herbeigeführte Stillstand durch Alkalien aufzuheben sein würde. Dass diess in der That möglich ist, haben wir schon bei Besprechung des Einflusses der Salzlösungen angegeben. Wir fügen hier noch bei, dass durch eine sehr geringe Zumischung von Kali, Natron oder Ammoniak ziemlich concentrirte und für sich schädliche Lösungen nahezu indifferent gemacht werden können. So ist z. B. eine Traubenzuckerlösung von 3 %, der eine Spur äusserst verdünnter Kalilauge zugesetzt wurde, viel günstiger als reine Traubenzuckerlösung von derselben Concentration.

Es wurde gleichfalls oben schon mitgetheilt, dass die Alkalien ihre belebende Wirkung vollständig versagen, wenn die Flimmerung durch Einfluss von reinem Wasser verlangsamt oder zur Ruhe gekommen ist. Die durch Wasser verlangsamten Bewegungen werden z. B. durch etwas Ammoniak sofort unter plötzlicher Zunahme der Quellung zum Stillstand gebracht, der bereits eingetretene Wasserstillstand niemals durch Alkalien aufgehoben. Dasselbe gilt natürlich, wenn statt reinen Wassers äusserst verdünnte neutrale Salzlösungen, wie Kochsalz von 0,3 % und darunter zur Lähmung der Wimperthätigkeit benutzt worden waren. Zu den Fällen, wo Aether, Alkohol, Schwefelkohlenstoff oder Chloroformdämpfe den Stillstand veranlasst hatten und wo dann ein Luftstrom allein die Bewegungen nicht wieder anfachen konnte, helfen Alkalien auch nichts mehr. — Wo dagegen durch überschüssige Säurezufuhr dem Spiel der Wimpern ein Ende gemacht war, können Alkalien eine fast specifische belebende Wirkung entfalten. Am schönsten sieht man diess bei Zellen, die in einer unschädlichen Flüssigkeit in der Gaskammer liegen und durch schwache Essigsäure- oder Salzsäuredämpfe scheintodt gemacht sind, wenn ein wenig Ammoniakgas, mit Luft gemischt über das Präparat geleitet, oder — was unbequemer — wenn letzteres mit alkalischer Flüssigkeit ausgewaschen wird. Die Veränderungen, welche die Säuren im Aussehen der Zellen hervorgerufen hatten, verschwinden unter

dem Einfluss der Alkalien, und es kommt meist ein Zeitpunct, wo die Zellen ihr normales Ansehen wieder haben. Sehr leicht überschreitet jedoch die Säurewirkung die Grenze, wo eine Wiederbelebung durch Alkalien noch möglich ist. Bei längerem Durchleiten von Ammoniak oder Auswaschen mit Kali- oder Natronhaltigen Lösungen werden in diesem Fall die Zellen schliesslich aufgelöst, ohne dass ein Zeitpunct kommt, wo die Bewegung wieder erwacht.

Ebenso wie die in atmosphärischer Luft oder in Sauerstoff zum Stillstand gekommene Bewegung, kann in vielen Fällen auch der Wasserstoffstillstand ohne vorherigen Sauerstoffzutritt durch Alkalien aufgehoben werden. Ich brachte neben den Tropfen halbprocentiger Kochsalzlösung oder Serum, welcher die Flimmerzellen enthielt, einen Tropfen Serum dem eine Spur Kali- oder Natronlösung zugesetzt war, so dicht, dass die Ränder beider Tropfen sich beinah berührten. Nun wurde Wasserstoff durch die Gaskammer geleitet bis die Bewegung überall oder doch an den meisten Orten stillstand. Hierauf neigte ich das Mikroskop mit der Gaskammer etwas, so dass der Kalitropfen mit dem andern zusammenfloss. Sofort zeigte sich an allen den Stellen, wo die Kalilauge hindrang Wiederbeginn der Bewegung, und wenn nur die Lauge genügend schwach gewesen war, dauerte es dann lange, ehe der Wasserstoffstillstand wieder eintrat. Lässt man unter gleichen Umständen einen Tropfen Serum oder Kochsalzlösung ohne Alkali zu dem Präparate fliessen, so tritt in der Regel keine Spur von Beschleunigung ein.

Auch durch Beimischen von Ammoniak zum Wasserstoff kann man den bereits eingetretenen Wasserstoffstillstand schnell aufheben und wenn die beigemischte Menge Ammoniak klein genug ist, kann der Eintritt des Wasserstoffstillstands bedeutend verzögert werden, gerade wie diess eine Beimischung von etwas Kohlensäure zum Wasserstoff thut. —

Beim Erwachen aus dem Wasserstoffstillstand durch Alkalien haben die Bewegungen meist Wellenform und sind gross. Das Tempo kann binnen fünf Secunden schon beträchtlich schnell geworden sein. — Hat der Wasserstoffstillstand schon sehr lange angehalten, bevor das Alkali zugesetzt wird, so erwacht die Bewegung in der Regel nicht wieder, wenn nicht auch Sauerstoff zugeführt wird. In letzterem Falle kann dann die Bewegung, wenn auch nicht die normale, doch eine bedeutende Höhe erreichen.

Von grossem Interesse ist der Einfluss der Alkalien auf Flimmerzellen die durch kurzdauernde Erwärmung auf etwa 45° in Läh-

mung versetzt sind. Hierauf kommen wir weiter unten ausführlicher zurück.

Es fragt sich nun, welche Mittel den Alkalistillstand aufheben. Wir denken hier zunächst an den Stillstand, der durch überschüssige Alkalizufuhr zu möglichst indifferenten Flüssigkeiten herbeigeführt wurde. Man braucht nicht lange Zeit Ammoniakdämpfe über ein in Serum oder noch besser Kochsalz von etwa $0,5_2^1\%$ liegendes frisches Präparat zu leiten, um die Bewegung überall aufhören zu sehen. Sie steht oft schon still, ehe die Zellen bedeutend gequollen sind und die Lage der Wimpern ist dieselbe schräg nach vorn geneigte, wie bei den andern Formen des Stillstands. In solchen Fällen giebt es nun verschiedene Mittel der Wiederbelebung. Eins der schwächsten ist Wasser oder äusserstverdünnte neutrale Salzlösungen. Hier tritt nämlich sehr bald nach der Wiederbelebung Wasserstillstand ein. Besser wirken indifferente Salzlösungen oder überhaupt unschädliche Flüssigkeiten, auch wenn sie, wie Serum, schwach alkalisch sind. Lässt man den Alkalistillstand nicht zu lange dauern und sind die Zellen nicht durch zu starke Einwirkung des Alkali getödtet, dann kann nach dem Auswaschen die Flimmerung ihre anfängliche Schnelle wieder erlangen. Dass die Wiedererweckung auch durch Einlegen eines Kochsalzkrystalles in die Nähe der stillstehenden Wimpern gelingt, haben wir oben erwähhnt. — Aether und Alkohol können, wenn nur der Ammoniakstillstand sehr vorsichtig eingeleitet war, schwache Bewegungen wieder hervorrufen. Hiervon später. Die Säuren aber sind es, welche am schnellsten und sichersten den Alkalistillstand beseitigen, und zwar thun sie diess nicht nur, wenn die Zellen sich anfangs in indifferenten Lösungen befanden, sondern auch wenn die Bewegungen durch sehr kurze Einwirkung von reinem Wasser eben verlangsamt und dann durch wenig Ammoniakgas völlig still gemacht worden waren. Auch wenn die Zellen in etwas stärker concentrirten Salzlösungen lagen, und durch überschüssiges Alkali gelähmt wurden, können Säuren noch wiederbeleben.

Man stellt diese Versuche am bequemsten in der früher beschriebenen Weise mit Dämpfen von Essigsäure oder Salzsäure an oder führt Kohlensäure durch die Gaskammer. Immer aber muss darauf geachtet werden, dass die Alkalieinwirkung nicht zu weit getrieben wird. Auch ohne dass die Zellen aufgelöst werden, können sie solche Veränderungen dadurch erleiden, dass Säuren dann nicht wieder erwecken. Experimentirt man vorsichtig, so kann man dieselben Zellen wol fünf und mehrmal

abwechselnd durch Alkalien (am besten Ammoniak) und durch Säuren zur Ruhe bringen und wieder erwecken und zwar scheint es gleichgültig zu sein, ob man immer dieselbe Säure wieder wählt oder ob jedesmal eine andere Säure zur Beseitigung des Alkalistillstandes verwendet wird.

V. Einfluss von Wasserstoff und Sauerstoff auf die Flimmerbewegung.

Die in der Einleitung citirten Versuche von Kühne an Anodonta sind die einzigen, welche wir über den Einfluss von Wasserstoff und Sauerstoff auf die Flimmerbewegung besitzen. Kühne zog aus ihnen den Schluss, dass der bei längerem Verweilen in reinem Wasserstoff eintretende Stillstand nicht auf einer giftigen Wirkung des Wasserstoffs, sondern auf dem Verdrängen des Sauerstoffs beruhe. Beimischung von nur wenig Sauerstoff reichte aus, den Stillstand aufzuheben. Versuche bei denen die Zellen in Hämoglobinlösung lagen, zeigten, dass die Bewegung von dem Moment an stillstand wo alles Oxyhämoglobin durch den Wasserstoffstrom reducirt war. Versuche, welche ich über den Einfluss von Wasserstoff auf die Flimmerbewegung bei Wirbelthieren anstellte, haben in einigen Puncten andere Resultate ergeben.

Der zu den Versuchen benutzte Wasserstoff wurde durch Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure auf Zinkblechstücke dargestellt, vor seinem Eintritt in die Gaskammer in salpetersaurer Silberoxydlösung, in Kalilauge und Wasser gewaschen und nach seinem Austritt aus der Kammer von Zeit zu Zeit auf seine Reinheit geprüft. Vom luftdichten Verschluss der Gasleitungsröhren und der Gaskammer überzeugte ich mich jedesmal durch Zudrücken des Ausführungsschlauchs der Kammer: die Flüssigkeit der Entwicklungsflasche stieg sofort empor und in den Waschflaschen stiegen keine Gasblasen mehr auf.

Meist wurden die Flimmerzellen in der früher angeführten Weise der Rachenschleimhaut eines eben getödteten Frosches entnommen, und in einem Tropfen Blut, Serum, oder Kochsalz von 0,5 % der Einwirkung des Wasserstoffs ausgesetzt. Zur Beobachtung wurden meist solche Zellen im Präparate ausgesucht, welche eine zwar verlangsamte aber doch noch lebhafte Bewegung zeigten. Die ausgesuchten Zellen wurden stets erst fünf Minuten bis eine Viertelstunde lang beobachtet, während die Gaskammer mit atmosphärischer Luft gefüllt war. Hatte sich dann ihre Bewegung nicht merklich verändert, so wurde mit der Einleitung des Wasserstoffgases begonnen.

Wie sich herausstellte, war der Erfolg der Behandlung mit Wasserstoff im Wesentlichen derselbe, ob nun die Flimmerzellen in Blut oder Blutserum, in Humor aqueus oder in Kochsalzlösung von 0,5 %

lagen. In allen Fällen tritt eine Abnahme der Bewegung, nach längerer Einwirkung des Gases Stillstand ein. In der Regel ändert sich die Bewegung innerhalb der ersten Minuten nicht. Der Moment des Wasserstoffzutritts verräth sich weder durch eine Beschleunigung noch durch eine Verlangsamung der Bewegung. Nach drei bis fünf Minuten, oft auch erst nach einer Viertelstunde oder später, im Allgemeinen um so früher, je schneller der Wasserstoffstrom die atmosphärische Luft aus der Gaskammer verdrängt, beginnt die Bewegung nachzulassen. Dieser Nachlass erfolgt nie plötzlich, sondern allmählich und geht ebenso allmählich in den Stillstand über. Oft vergeht eine halbe bis ganze Stunde und mehr Zeit, ehe der grösste Theil der Zellen zur Ruhe gebracht ist. — Die Abnahme der Bewegung erfolgt nicht bei allen Zellen in derselben Weise. Bei der Mehrzahl verlangsamt sich das Tempo, während zugleich die Amplitude der Schwingungen abnimmt. Die meisten zeigen die hakenförmige Bewegung mit immer kleiner werdenden Excursionen. In der Regel bewegen sich hier die Haare einer und derselben Zelle bis zu Ende synchronisch und in parallelen Richtungen. Eine kleine Anzahl von Flimmerhaaren nimmt eine mehr pendelförmige Bewegung an, bei der sich, wie oben auseinandergesetzt wurde, das Basalstück der Wimper nicht betheiligt. Die Schwingungen beschränken sich auf ein immer kleiner werdendes Stück der Haarspitze, wobei die Excursionsweite abnimmt, das Tempo aber nicht selten schneller wird. Die Schwingungen benachbarter Haare erfolgen hier nicht mehr in parallelen, sondern in mannichfach sich durchkreuzenden Richtungen, und geschehen auf einer und derselben Zelle nicht mehr synchronisch. Endlich sieht man nur noch die äussersten Spitzen der Haare sehr kleine, zitternde Bewegungen ausführen. Diese werden bald unmessbar klein, endlich nicht mehr wahrnehmbar. — Eine sehr geringe Anzahl von Flimmerhaaren behält bis zu Ende die wellenförmige Bewegung. Hier schwingen alle Haare derselben Zelle bis zuletzt synchronisch und in parallelen Richtungen. Das Tempo verlangsamt sich aber allmählich, so dass kurz vor dem Aufhören vielleicht nur von fünf zu fünf Secunden eine Schwingung ausgeführt wird. Dann treten noch grössere Pausen ein, von einer Viertelminute und darüber, es erfolgt noch ein einzelner Schlag, endlich nichts mehr.

Wo schon vor dem Einleiten des Gases Verlangsamung der Bewegung bemerkbar war, beschleunigt der Wasserstoff den Eintritt des Stillstandes. Mitunter hört bei einzelnen Zellen die Bewegung selbst dann nicht völlig auf, wenn der Wasserstoffstrom eine Stunde und länger in unverminderter Stärke die Kammer passirt hat und wenn an den benachbarten wie den entfernteren Stellen des Präparates die Be-

wegung schon lange stillsteht. Diess sind meist, doch durchaus nicht immer, solche Zellen, welche zu Anfang des Versuches eine sehr starke und schnelle Bewegung zeigten. Man trifft sie namentlich bei Anwendung von Blut oder Blutserum als Untersuchungsflüssigkeit, doch immerhin selten. Stets ist ihre Bewegung wenigstens sehr beträchtlich verlangsamt, und kommt nach mehrstündigem Verweilen in der Atmosphäre von reinem Wasserstoff endlich auch zur Ruhe.

Liegen die Zellen nicht in den obengenannten »indifferenten Flüssigkeiten,« sondern in etwas concentrirterer Kochsalzlösung (z. B. 1 %), so tritt der Wasserstoffstillstand noch viel eher ein und zwar viel früher, als er bei Anwesenheit von Sauerstoff in der letzteren Lösung zu Stande gekommen sein würde.

Verschiedene Versuche, bei denen die Zellen in Oxyhämoglobinlösung oder reinem Blut lagen, ergaben das constante Resultat, dass die Bewegung noch lange (eine Stunde und mehr) fortbestehen blieb, nachdem alles Sauerstoffhämoglobin durch den Wasserstoffstrom reducirt schien. Es wurde bei diesen Versuchen regelmässig erst längere Zeit (eine Viertelstunde und länger) Wasserstoff durch die vor der Gaskammer gelegenen Theile des Apparates geführt, ehe die Gaskammer selbst in den Wasserstoffstrom eingeschaltet ward. Der Druck im Innern der Gaskammer war immer ansehnlich höher als der der Atmosphäre. Unter diesen Umständen, wo von Anfang an reiner Wasserstoff in die Kammer eintritt, brauchte man in der Regel nicht mehr als 10 — 15 Minuten lang Wasserstoff durchzuführen um alles Sauerstoffhämoglobin zu reduciren, das sich in dem, wie gewöhnlich unbedeckt, an der Unterfläche des Deckglases schwebenden Tropfen befand. Schon für das blosse Auge war zu dieser Zeit deutlich die bekannte Farbenveränderung eingetreten und mittelst des Mikroskops konnte man sich an den einzelnen Blutkörperchen von derselben überzeugen. Die Untersuchung mit dem Spectralapparat zeigte, dass die beiden anfangs sehr deutlich wahrnehmbaren Absorptionsbänder des Sauerstoffhämoglobins verschwunden waren. Dennoch hatte zu dieser Zeit die Stärke und Schnelligkeit der Bewegung nur wenig oder gar nicht abgenommen. Als etwas atmosphärische Luft in den Apparat gelassen wurde, erschienen die Absorptionsbänder des Sauerstoffhämoglobins sehr schnell wieder.

Zur Wiederbelebung aus dem Wasserstoffstillstand reicht Zufuhr von Sauerstoff in vielen Fällen aus. Hat man durch einen Strom reinen Wasserstoffgases die Flimmerbewegung, in Serum z. B., verlangsamt und mischt nun dem Wasserstoff plötzlich Sauerstoff bei, so beginnt bald an allen Stellen die Bewegung sich zu beschleunigen und die Am-

plitude der Schwingungen sich zu vergrössern. Ist die zugeführte Sauerstoffmenge sehr gering, so dauert es oft eine halbe Minute und länger, ehe die Beschleunigung sich bemerkbar macht. Auch tritt sie dann nicht mit einem Schlage, sondern allmählich ein. Eine Minute und mehr Zeit kann verstreichen, ehe die Wimpern wieder so schnell schlagen, wie vor dem Einleiten des Wasserstoffs. — Ist die zugeführte Sauerstoffmenge gross, so kann schon nach zehn Secunden eine ziemlich plötzliche Beschleunigung und Verstärkung der Bewegungen beginnen. Wenige Secunden später kann die Bewegung ihr Maximum erreicht haben, und hält sich nun, wenn fortdauernd genügende Sauerstoffmengen zugeführt werden, lange Zeit auf dieser Höhe. — Im Beginne der Sauerstoffeinwirkung beobachtet man gleichzeitig eine Vergrösserung der Excursionsweite und eine Steigerung der Frequenz. Wimpern, die bei der Verlangsamung in Wasserstoff eine hakenförmige Bewegung zeigten, nehmen dann zuweilen wieder die normale wellenförmige Bewegung an. Im Aussehen der Zellen ändert sich nichts.

Ist die Flimmerbewegung durch einen Wasserstoffstrom in Serum oder Kochsalz von 0,5 % völlig zur Ruhe gebracht, so hängt die Schnelligkeit der Wiederbelebung durch Sauerstoff von mehreren Umständen ab. Einmal nämlich von der Zeit, welche der Wasserstoffstillstand bereits gedauert hat und dann von der Menge des zugeführten Sauerstoffs. Stehen die Wimpern erst kurze Zeit (einige Minuten bis eine halbe Stunde) im Wasserstoffstrom still, so genügt eine sehr kleine Menge Sauerstoff, um sie wieder in Bewegung zu bringen. Sie erwachen um so später und um so langsamer, je länger sie schon im Wasserstoff stillgestanden haben und je geringer die Sauerstoffmenge ist. Führt man den Sauerstoff erst zu, nachdem der Wasserstoffstillstand mehrere Stunden lang gedauert hat, so muss man oft einige Minuten warten, ehe die Bewegung wieder beginnt. Ja, wenn nur sehr wenig Sauerstoff zugeleitet wird, kann es vorkommen, dass die Bewegung innerhalb der ersten Viertelstunde und vielleicht überhaupt nicht mehr erwacht. — Verdrängt man plötzlich den Wasserstoff durch reinen Sauerstoff, so kann man wenigstens, wenn die Zellen in Blut oder Blutserum liegen, sicher sein, selbst nach langer Dauer des Wasserstoffstillstandes, die meisten Zellen wieder in Bewegung zu bringen. Doch muss man auch hier mitunter Minuten lang warten. Nicht alle Wimpern fangen dann zu gleicher Zeit an, sich wieder zu bewegen. Einzelne beginnen mit einer sehr langsamen, grossen Schwingung, andere mit sehr kleinen, hakenförmigen Bewegungen, die allmählich grösser und frequenter werden. Selten erreichen die Bewegungen, wenn sie längere Zeit in Wasserstoff stillgestanden haben, eine bedeu-

tende Geschwindigkeit. Bei nicht wenigen Zellen steht schon ein paar Minuten nach dem Zutritt des Sauerstoffs die Bewegung wieder still. Regelmässig erwacht bei einzelnen Zellen die Bewegung selbst in reinem Sauerstoff nicht wieder. Ebenso wie der Sauerstoff wirkt auch kohlensäurefreie atmosphärische Luft auf den Wasserstoffstillstand. Noch häufiger misslingt die Wiederbelebung der Bewegung durch Sauerstoff, wenn die Zellen in etwas zu concentrirten Kochsalzlösungen (1 % etwa) gelegen und schon längere Zeit im Wasserstoffstrom stillgestanden haben. Da man hier ausser dem hemmenden Einfluss des Wasserstoffs noch die schädliche Wirkung einer zu stark concentrirten Flüssigkeit hat, nimmt es nicht Wunder, dass Sauerstoffzufuhr allein zur Wiederbelebung nicht immer ausreicht. Und dasselbe gilt auch von den angeblich indifferenten Lösungen, wie Serum, Humor aqueus u. s. f., da diese, wie wir oben zeigten, fast immer etwas zu concentrirt sind. Auch wenn in diesen Flüssigkeiten die Flimmerzellen in reinem Wasserstoffstrom zur Ruhe kamen, ist dieser Stillstand nicht dem Wasserstoff allein zuzuschreiben. Diess geht daraus hervor, dass in den Fällen, wo Verdrängen des Wasserstoffs durch Sauerstoff allein nicht ausreicht, die Bewegung wieder zu erwecken, diess doch sofort geschieht, wenn man einen Tropfen Wasser, den Dampf von einer Säure, von Ammoniak, von Aether, Wärme, kurz irgend eins der Mittel dem Präparat zuführt, welche den in indifferenten oder zu concentrirten Lösungen »von selbst« eintretenden Stillstand aufheben. Ja, wenn der Wasserstoffstillstand nicht schon Stunden lang angehalten hatte, reichen in der Regel sogar, wie früher schon erwähnt, die letztgenannten Mittel allein zur Wiederbelebung aus, ohne dass es der Zufuhr von Sauerstoff bedürfte. Hierauf beruht es denn auch, dass der Wasserstoffstillstand später eintritt in alkalischem Serum als in den günstigsten Kochsalzlösungen, später in dreiprocentiger Zuckerlösung der eine Spur Alkali zugesetzt wurde als in reiner Zuckerlösung von 3 %, später wenn dem Wasserstoffstrom beständig eine Spur Kohlensäure beigemischt wird, u. s. f. Das Nähere hierüber wurde schon in früheren Abschnitten mitgetheilt. Die Flimmerbewegung kann sich also in einer sauerstofffreien Atmosphäre noch einige Zeit (bis mehrere Stunden) erhalten, wenn nur die Flüssigkeit in der die Zellen liegen eine passende Concentration, Reaction und Temperatur besitzt.

Ganz ähnlich wie in Wasserstoff verhalten sich die Zellen in einer Atmosphäre von kohlensäurefreiem Leuchtgas. Allmählich — meist im Verlauf einer oder mehrerer Stunden — tritt Stillstand ein, den Sauerstoffzufuhr aufhebt.

Lässt man den Wasserstoffstillstand bei Zellen die in Serum oder Kochsalz von 0,5 % liegen, sehr lange, etwa mehrere Stunden dauern, so gelingt die Wiederbelebung durch Wasser, Säuren, Alkalien, Wärme u. s. f. nicht, wenn Sauerstoff abgeschlossen bleibt. Unterbricht man dann aber den Wasserstoffstrom und lässt Luft in die Gaskammer eintreten, so erwacht die Thätigkeit der Zellen wieder.

Mischt man dem Wasserstoffstrom vor seinem Eintritt in die Gaskammer beständig eine Spur Sauerstoff bei, so erhält sich die Bewegung viel länger als in reinem Wasserstoff. Die Menge des beigemischten Sauerstoffs ist auf die Dauer der Bewegung von merklichem Einfluss. Im Allgemeinen hält die Bewegung um so länger an, je mehr Sauerstoff beigemischt wird, doch reichen schon kleine Mengen dieses Gases aus, um den Eintritt des Stillstandes lange hinauszuschieben. Ist die Menge des Sauerstoffs im Verhältniss zu der des Wasserstoffs sehr klein, so tritt der Stillstand bei weitaus den meisten Zellen früher ein, als er unter übrigens gleichen Umständen bei alleiniger Anwesenheit von atmosphärischer Luft eingetreten sein würde. Man kann schon nach ein paar Stunden, bei Anwendung von halbprocentiger Kochsalzlösung, die Mehrzahl der Zellen in Ruhe finden. Doch ist es mir nie gelungen alle Zellen still zu machen, wenn überhaupt noch etwas Sauerstoff in die Gaskammer gelangte.

Der günstige Einfluss des Sauerstoffs kann sich selbst dann noch äussern, wenn die Flimmerbewegung in indifferenten Lösungen in atmosphärischer Luft sich zu verlangsamen beginnt. Schickt man einen Strom reinen Sauerstoffgases durch die bis dahin mit atmosphärischer Luft gefüllte Kammer, so beschleunigen und verstärken sich binnen wenigen Secunden alle Bewegungen und können sich dann lange auf einer beträchtlichen Höhe erhalten. Auch bei Zellen, welche unmittelbar nach dem Anfertigen des Präparates schon eine verlangsamte Bewegung zeigen, bewirkt das Verdrängen der atmosphärischen Luft durch reines Sauerstoffgas eine Beschleunigung, oder falls schon Stillstand eingetreten war, ein Wiedererwachen der Bewegung. Doch erlischt bei ihnen nach einiger Zeit auch in reinem Sauerstoffgase die Bewegung.

Auch der Stillstand, welchen etwas zu concentrirte Kochsalzlösungen herbeiführen, ebenso der Wasserstillstand, wenn er erst seit sehr kurzer Zeit besteht, kann durch einen Strom von reinem Sauerstoffgas für kurze Zeit gehoben werden.

In einer Atmosphäre von reinem Sauerstoff scheint die Bewegung zuweilen etwas früher zu erlöschen als unter sonst gleichen Bedingungen bei Anwesenheit von Luft. Der einmal in reinem Sauerstoff ein-

getretene Stillstand kann aber niemals durch Luft oder irgend ein indifferentes Gas beseitigt werden; es hängt nur von der Beschaffenheit der Untersuchungsflüssigkeit ab, welche Mittel man zur Wiederbelebung wählen muss; bei indifferenten oder etwas zu concentrirten Lösungen also Wasser, Alkalien, Säuren, Wärme u. s. f.

Die in reinem Sauerstoff zur Ruhe gekommenen Flimmerhaare haben dasselbe Aussehen, wie die unter sonst gleichen Bedingungen in Wasserstoff oder in atmosphärischer Luft zur Ruhe gebrachten Zellen. Die Cilien stehen schräg nach vorn geneigt.

Dasselbe Verhalten gegen Wasserstoff und Sauerstoff, welches hier für die Flimmerzellen der Mund- und Rachenschleimhaut des Frosches geschildert wurde, zeigte auch die Flimmerbewegung vom Oesophagus, vom Herzbeutel des Frosches, die der Tracheal- und der Nasenschleimhaut des Kaninchens.

Ueber den Einfluss von Ozon habe ich keine Versuche angestellt.

VI. Einfluss von Aether, Alkohol und Schwefelkohlenstoff auf die Flimmerbewegung.

Nach den Angaben von Purkyne und Valentin[1]) hebt Schwefeläther in hundertfacher, Alkohol in zehnfacher Wasserverdünnung die Flimmerbewegung »in kürzerer oder längerer Zeit« auf. In Uebereinstimmung hiermit fand später Kölliker[2]), dass Alkohol und Aether auch auf die Bewegungen der Spermatozoen schädlich wirken. Claude Bernard[3]) endlich brachte den Oesophagus eines Frosches unter eine mit Aetherdämpfen gefüllte Glasglocke und sah, dass die Bewegung bald aufhörte, beim Aufheben der Glocke aber wieder begann. Diess Wenige ist, soviel ich weiss, Alles, was über die Einwirkung der genannten Stoffe auf die Flimmerbewegung bekannt ist.

Es lohnte sich, zu untersuchen, wie diese Körper wirken, wenn man sie als Gase den Flimmerzellen zuführt. Ich benutzte dazu wieder die früher beschriebene Gaskammer. Das Object hing auf der untern Fläche des Deckglases im Innern der Kammer. Mittelst eines capillar ausgezogenen Glasröhrchens ward ein Aether- oder Alkoholtropfen durch eine der seitlichen Mündungen auf den Boden der Gaskammer gebracht. Um das Einführen der Flüssigkeit durch die Mündung zu erleichtern, war eine der messingenen Ansatzröhren abgeschraubt worden. Ueber die an-

---

1) P. et V. De phaenomeno generali etc. p. 74. —.R. W. H. Bd. I. pag. 512.
2) Ztschr. f. wiss. Zoologie Bd. VII. pag. 218.
3) Leçons sur les propriétés des tissus vivants. pag. 137. Paris 1866.

dere war ein Kautschukschlauch gezogen, dessen freies Ende ich in der Regel während der Beobachtung im Munde hielt, um — worauf es in diesen Versuchen oft ankommt — jederzeit einen beliebig starken Luftstrom durch die Kammer saugen zu können. Durch ein paar Tropfen Wasser wurde der Raum feucht gehalten.

Lässt man in dieser Weise Aether auf Flimmerzellen wirken, die der Rachenschleimhaut eines eben getödteten Frosches entnommen wurden, so beobachtet man Folgendes.

War die Flimmerbewegung in Serum oder in indifferenten Kochsalz- oder Zuckerlösungen langsamer geworden, stellenweise vielleicht ganz ausgelöscht, so erwacht sie beim Zutritt der Aetherdämpfe und kann zuweilen die normale Höhe fast wieder erreichen. Schon zehn bis zwanzig Secunden nach dem Einführen des Aethers beginnt, wenn der Aethertropfen gross war, die Bewegung mit starken, wellenförmigen Schlägen und in raschem, schnell das Maximum erreichenden Tempo. Wurde nur wenig Aether eingeführt, dann können die ersten Bewegungen sehr langsam sein, sind aber auch meist gross und wellenförmig und nehmen allmählich an Schnelligkeit zu. Im Aussehen der Flimmerzellen selbst ändert sich hierbei nichts. — Bringt man nun mehr Aether ein, so dass die Kammer beständig mit Aetherdampf gefüllt ist, so verlangsamt sich die Bewegung bald wieder, wobei aber die einzelnen Bewegungen meist gross und wellenförmig bleiben; schon nach zwei bis drei Minuten kann Stillstand im ganzen Präparat sein. Zugleich entsteht eine feinkörnige Trübung im Innern der Zellen und oft quellen dann hyaline Tröpfchen an der Oberfläche des Epithels, namentlich aus den sogenannten Becherzellen heraus. — Die Wimpern stehen in der Aetherruhe alle schräg nach einer Seite geneigt, ebenso wie das früher für andere Arten des Stillstandes beschrieben wurde.

Je langsamer der Aetherstillstand eingetreten ist, und je kürzere Zeit er angedauert hat, um so leichter ist es, ihn zu beseitigen. Man braucht dazu nur einen starken Strom atmosphärischer Luft durch die Kammer zu saugen: allmählich fangen dann die meisten Wimpern wieder an zu schlagen; erst sehr langsam, dann schneller. Die Trübung der Zellen nimmt hierbei wieder ab. Die Bewegungen erreichen aber, namentlich wenn sie schon einige Minuten lang still gestanden hatten, selten wieder eine bedeutende Grösse und Schnelligkeit. Sie bleiben oft hakenförmig. —

War die Aethereinwirkung so stark, dass Durchsaugen von Luft die Bewegung nicht wiedererweckt, so stehen die Zellen für immer still. Weder Säuren noch Alkalien, weder reines Wasser noch Salz-

lösungen beleben sie wieder. Säuren und Alkalien befördern vielmehr den Eintritt des Aetherstillstandes, wenigstens bei Zellen die in Iodserum oder indifferenten Salzlösungen liegen. Liess ich z. B. so lange Aether einwirken, bis die Bewegung auf etwa 5—8 Schläge in 5 Secunden verlangsamt war, so trat momentan Stillstand ein, als eine Spur von Ammoniakgas in die Kammer gesogen wurde. Dasselbe geschah, wenn statt des Ammoniaks schwache Essigsäuredämpfe angewendet wurden.

Hat man die Flimmerbewegung durch schwach wasserentziehende Mittel, z. B. Kochsalzlösung von 1,5 % bis 2 %, Zucker von 3 % oder verdünntes Glycerin verlangsamt oder zum Stillstand gebracht, so wirkt der Aether ebenfalls erst beschleunigend und wieder erweckend, bei längerer Einwirkung dann hemmend. Die Beschleunigung sowol als der darauf folgende Stillstand treten hier aber langsamer ein, als bei den ganz indifferenten Lösungen. Wie bei letzteren kann der Stillstand, wenn er vorsichtig herbeigeführt wurde, durch Verdrängen des Aetherdampfes mittelst atmosphärischer Luft aufgehoben werden. Gelingt diess nicht, dann können weder Säuren noch Alkalien, auch Wasser nicht die Bewegung wiederbeleben. — Erreicht die Concentration der Kochsalzlösung 2,5 % und mehr, so vermag Aether nicht zu beleben.

Von Belang ist es, dass der Aether ebenso wie auf Flimmerzellen die durch wasserentziehende Mittel zur Ruhe gebracht wurden, auch auf solche Zellen wirkt, welche durch Behandlung mit destillirtem Wasser, also unter Quellung still geworden sind. Auch im letzteren Falle belebt Aether die Bewegung wieder, wenngleich nicht so stark als unter den obengenannten Umständen. Bei fortdauernder Einwirkung tritt dann Stillstand ein, der gleichfalls durch einen starken Luftstrom zuweilen aufgehoben werden kann.

Minder deutlich ist das Stadium der Beschleunigung, wenn die Flimmerbewegung (in Iodserum) durch Ammoniakgas verlangsamt ist. Lässt man die Ammoniakdämpfe so lange einwirken, bis die Haare nur noch ungefähr drei bis fünf Schwingungen in fünf Secunden ausführen, und bringt man dann ein wenig Aether in die Kammer, so tritt eine höchst unbedeutende Beschleunigung ein, der sehr schnell Stillstand folgt. Letzteren kann man durch einen Luftstrom wieder aufheben. — Waren die Zellen durch das Ammoniak schon völlig zur Ruhe gekommen, so gelingt eine Wiederbelebung durch Aether selten und auch dann sind die Bewegungen nur sehr klein, mehr zitternd und von sehr kurzer Dauer. Nach Durchsaugen von Luft kann man dann durch Säuren den Stillstand fast ebenso leicht wieder aufheben, als wenn kein

Aether eingewirkt hätte; vorausgesetzt, dass man nicht viel Aether hatte einwirken lassen. —

Ebenso wie auf die durch Ammoniak wirkt nun der Aether auf die durch Säuren verlangsamte Flimmerbewegung: äusserst schwache Beschleunigung anfangs, die auch ganz fehlen kann, hierauf Stillstand, der durch Luft aufzuheben ist. Säurestillstand kann nur selten und immer nur sehr vorübergehend durch Aether beseitigt werden; meist aber durch Alkalien nach Verdrängung des Aethers durch Luft. — Die durch schwere Metallsalze vorsichtig erzeugte Flimmerruhe bleibt bei Zufuhr von Aether bestehen. —

Ganz übereinstimmend mit dem Aether wirken nun Alkohol und Schwefelkohlenstoff. Sie beschleunigen unter denselben Bedingungen wie der Aether die erlahmte Bewegung. Bei längerer Einwirkung machen sie Stillstand. Auch dieser Stillstand kann unter Umständen selbst nach Minuten langer Dauer durch einen Luftstrom aufgehoben werden. Vermag Luft allein nicht mehr diess zu thun, so helfen auch Säuren, Alkalien und reines Wasser nichts; ebenso wenig natürlich Aether. Die Veränderungen der Zellen bei der Einwirkung des Alkohols und des Schwefelkohlenstoffs sind ganz ähnlich denen, welche unter dem Einfluss des Aethers entstehen, Schwefelkohlenstoff macht die in Iodserum liegenden Zellen etwas glänzend; zugleich isoliren sich die Zellen von einander.

VII. Einfluss des Chloroforms auf die Flimmerbewegung.

Die Wirkung des Chloroforms unterscheidet sich wesentlich von der der drei ebenerwähnten Stoffe: es fehlt nämlich das Stadium der Beschleunigung. Unter allen Umständen beginnt die Bewegung sogleich sich zu verlangsamen, und sehr wenig Chloroformdampf genügt schon, um selbst eine vorher äusserst lebhafte Bewegung völlig zur Ruhe zu bringen. Beim Eintritt der Chloroformnarkose bildet sich in den (in Iodserum liegenden) Zellen eine äusserst feinkörnige, allmählich zunehmende Trübung. Die Kerne erscheinen als matte, pralle Bläschen mit deutlichem Kernkörperchen. Während der Narkose stehen die Wimpern, wie bei andern Formen des Stillstandes, alle schräg vorn übergeneigt.

Ebenso leicht wie die Bewegung durch Chloroform einschläft, ebenso leicht — schon nach ein paar Secunden — erwacht sie auch wieder, wenn man einen Strom reiner atmosphärischer Luft durch die

Gaskammer saugt. Die Zellen nehmen hierbei das normale Aussehen allmählich wieder an. Man kann bei einiger Vorsicht die Narkose ohne Gefahr für die Zellen eine Viertelstunde und länger anhalten lassen. An Iodserumpräparaten habe ich den Chloroformstillstand noch nach einer Dauer von 20 Minuten durch einen Luftstrom aufheben können.

Die Bewegungen sind beim Wiedererwachen von kurzem Stillstande erst sehr langsam (— die erste Schwingung dauert zuweilen drei Secunden —), aber fast immer sind sie gross und wellenförmig. Sie können binnen einer halben Minute ihre anfängliche Schnelligkeit wieder erreichen. — Man kann auch die Zellen wohl fünf- und mehrmal nacheinander chloroformiren und wieder erwecken, ohne dass die Bewegung dadurch bleibend geschwächt wird. Hierin unterscheidet sich die Chloroformnarkose vom Aether; nach mehrmals wiederholtem Aetherstillstande erreichen die Bewegungen keine grosse Höhe mehr. —

So leicht nun ein mässiger Grad von Chloroformnarkose durch Verdrängen des Giftes mittels atmosphärischer Luft aufgehoben werden kann, so unmöglich ist es, einen Chloroformstillstand zu beseitigen, der durch Luft allein nicht gelöst wird. Hier helfen weder Alkalien noch Säuren, weder Wasser noch Salzlösungen. Auch Aether, Alkohol und Schwefelkohlenstoff versagen ihren belebenden Einfluss.

VIII. Einfluss einiger Gifte auf die Flimmerbewegung.

Nach den bisherigen Erfahrungen giebt es kein Gift für die Flimmerbewegung. Die furchtbarsten Gifte sind nach Purkinje und Valentin selbst in starken Concentrationsgraden unschädlich: Blausäure und salpetersaures Strychnin z. B. haben nach den genannten Autoren weder in den gesättigtesten noch in der verdünntesten Lösung einen Einfluss auf die Bewegung bei Unio und Anodonta. Morphium aceticum und Extractum belladonnae ebensowenig. In gesättigter Lösung von salzsaurem Veratrin soll die Bewegung erst nach 10 Minuten aufgehört und in verdünnteren Lösungen sich unverändert erhalten haben. Die Anführung dieser Angaben, welche zum Theil auch von Sharpey bestätigt wurden, und denen, so viel mir bekannt, bisher nicht widersprochen worden ist, mögen hier genügen.

Meine eigenen Versuche, welche mit Veratrin, Curare, Strychnin, Atropin, Calabarextract an dem Flimmerepithel der Rachenschleimhaut des Frosches angestellt wurden, zeigten gleichfalls, dass diese Stoffe keine Gifte für die Flimmerbewegung sind. Hat man mit einem der genannten Körper — gleichviel in welcher Dosis — einen Frosch vergiftet, so bleibt die Flimmerbewegung unverändert bestehen, und

reagirt gegen alle äusseren Einflüsse wie die normale Bewegung. — Anders ist es natürlich, wenn man die Flimmerzellen direct in Lösungen der Gifte bringt. Aber auch hier zeigt sich, dass minimale Dosen ohne Einfluss sind. Die reinen Alkaloide verhalten sich wie andere alkalisch reagirende Stoffe, ihre Salze sich wie andere Salze. Concentration und Reaction bestimmen den Erfolg.

Bei einem bestimmten Concentrationsgrade, der sich von dem nicht giftiger neutraler Salze nicht entfernt, sind neutrale Lösungen jener giftigen Salze indifferent für die Flimmerbewegung. Concentrirtere Lösungen wirken wasserentziehend, schrumpfend, verdünntere zeigen die Wirkungen des Wassers um so deutlicher, je geringer der Salzgehalt wird. In sehr kleinen Mengen indifferenten Flüssigkeiten, wie Iodserum beigemischt, äussern die giftigen Salze keinen Einfluss. Diejenigen unter ihnen, deren wässerige Lösungen sauer reagiren, verhalten sich wie andere saure Salze. So z. B. das essigsaure Veratrin; diess bewirkt in einprocentiger wässeriger Lösung sofort Stillstand unter allen Erscheinungen der Essigsäure-Einwirkung. Die Zellen werden trübe, die Kerne deutlicher, die Wimpern stehen steif und schräg nach vorn geneigt. Führt man Ammoniakdämpfe über das Präparat, so erwacht die Bewegung wieder. — Neutralisirt man eine fünfprocentige Lösung von reinem essigsaurem Veratrin so weit mit Ammoniak, dass die Lösung nur noch kaum bemerkbar sauer reagirt, und bringt man dann ein Stückchen von einer frischen Rachenschleimhaut hinein, so erhält sich die Bewegung 10 Minuten lang und länger, bis schliesslich Stillstand mit den Zeichen des Essigsäure-Stillstandes eintritt.

Reagirt die wässerige Lösung des Giftes alkalisch, so verhält sie sich auch gegen die Flimmerbewegung genau so, wie Lösungen von andern alkalisch reagirenden Stoffen in entsprechender Concentration. Hat man z. B. frische Flimmerzellen in Kochsalz von 1 % liegen lassen bis die Bewegungen sich bedeutend verlangsamt haben und bringt man dann in unmittelbare Nähe der Zellen in den Tropfen einige Krümel von reinem Veratrin, so bemerkt man nach einigen Secunden bis Minuten, dass auf den dem Gifte zunächst liegenden Zellen die Flimmerbewegung sich beschleunigt oder wiedererwacht. Allmählich erwachen bei weiterem Fortschreiten der Diffusion des Giftes auch weiter abgelegene Zellen wieder. Einen Veratrinstillstand konnte ich indessen auf diese Weise nicht erhalten, was bei der sehr geringen Löslichkeit des Giftes begreiflich ist. Auch die Beschleunigung war meist nur mässig; die Frequenz der wieder erwachten Bewegungen stieg in vielen Fällen nur auf zwei bis drei Schläge in der Secunde.

IX. Einfluss der Wärme.

Die über den Einfluss der Wärme auf die Flimmerbewegung bisher gesammelten Erfahrungen wurden bereits in der Einleitung erwähnt. Ich habe zunächst untersucht, welchen Einfluss Temperaturerhöhung auf die Bewegung hat, wenn diese bei gewöhnlicher Temperatur in verschiedenen Flüssigkeiten verlangsamt ist. — Die Verlangsamung, die in sogenannten indifferenten Flüssigkeiten allmählich eintritt, kann immer durch Wärmesteigerung gehoben werden, gleichviel ob diess Letztere schnell oder langsam erfolgt. Man beobachtet diess am besten mit Hilfe des heizbaren Objecttisches von SCHULTZE. Der Tropfen, in dem das Präparat liegt, muss natürlich vor jeder Aenderung der Concentration geschützt werden. Diess geschieht am besten, wenn das Präparat in einem möglichst grossen Tropfen und mit einem Deckglase bedeckt, in einer feuchten Kammer untersucht wird. Man kann hierzu die RECKLINGHAUSEN'sche, bequemer noch die oben beschriebene Gaskammer benutzen. Die Bedeckung mit einem Deckglase ist desshalb wünschenswerth, weil bei Erwärmung der mit Wasserdampf gefüllten Kammer sich leicht Wasserdämpfe auf dem Präparate niederschlagen und den Tropfen verdünnen. Das Präparat ist nämlich, worauf ich an einem andern Orte [1]) aufmerksam gemacht habe, wegen der beständigen Abkühlung durch das Objectiv, kälter als die übrigen Stellen der Kammer. Schützt man sich gegen diese Abkühlung z. B. durch Einschalten eines Elfenbeinstücks zwischen Tubus des Mikroskops und Objectiv, so wird die Bedeckung des Objects mit einem Deckgläschen unnöthig.

Erwärmt man mit Beachtung dieser Vorsichtsmaassregeln das Präparat allmählich auf dem heizbaren Objecttisch, so bemerkt man bald eine Beschleunigung der verlangsamten Bewegungen. Diese beruht vorzugsweise auf einer Verschnellung des Tempo's, weniger auf Vergrösserung der Excursionsweite. Die Bewegungen können unzählbar schnell werden und so bleiben, bis bei weiter fortgesetztem Heizen (1° in einer halben Minute) die Temperatur des Präparats eine Höhe von etwa 40° erreicht. Hier verlangsamt sich die Bewegung wieder, indem das Tempo langsamer, die Excursionsweite meist kleiner wird. Endlich stehen die Wimpern still in derselben schräg nach vorn geneigten Lage wie beim Stillstande in Wasserstoff, in Kohlensäure u. a. Die

1) Over warmtemetingen met MAX SCHULTZE's voorwerptafel. Zu: Nederl. archief voor genees-en natuurk. D. III 1867. pag. 506. — S. auch: Ueber Wärmemessungen am Mikroskop. In MAX SCHULTZE's Archiv für mikr. Anat. Bd 4. 1868.

oft ein wenig geschrumpften Zellenkörper zeigen deutlich eine schwache Trübung, auch wohl gelbliche Färbung.

Zu genaueren Bestimmungen der Temperatur, bei welcher der Wärmestillstand der Flimmerbewegung in indifferenten Lösungen eintritt, benutzt man, wegen der zahlreichen Fehlerquellen des heizbaren Objecttisches besser ein Luft- oder Wasserbad. Man bemerkt bald, dass ausser dem Temperaturgrade, welchem das Präparat ausgesetzt wird, auch die Dauer der Einwirkung von grossem Einfluss ist: denselben Effect, den man bei höheren Wärmegraden binnen einer oder weniger Minuten erhält, erreicht man bei etwas niedrigeren Wärmegraden in längerer Zeit. Wird die Temperatur sehr hoch, oder dauert die Einwirkung der Wärme sehr lange, so bleibt die Wärmestarre beim Abkühlen des Präparates bestehen. Bei schwächeren Graden der Einwirkung erwacht die Bewegung beim Abkühlen wieder.

Der erste Grad der Wärmestarre, welcher dadurch charakterisirt ist, dass die Bewegung beim blossen Abkühlen wiedererwacht, wird erreicht, wenn die Flimmerzellen einige Minuten oder länger auf 40° C. erwärmt werden. Er tritt aber schon bei einer Temperatur von 37°—38° ein, wenn dieselbe 15—20 Minuten oder noch länger auf die Zellen einwirkte. Bei höheren Wärmegraden tritt der erste Starregrad schneller ein, bei 42° bis 44° schon in wenigen Secunden bis Minuten. — Der zweite Grad der Wärmestarre, aus welchem die Zellen beim blossen Abkühlen nicht wieder erwachen, wird beobachtet, wenn das Präparat nur eine oder wenige Minuten auf 45° und darüber erwärmt wird[1]. Etwas niedrigere Temperaturen führen erst nach länger fortgesetzter Einwirkung zum zweiten Starregrad. So erwachten noch Zellen beim Abkühlen wieder, wenn sie in dem geheizten Luftbade, die einen eine Stunde lang auf 35°—40° C., andere 20 Minuten auf 41°, wieder andere 10 Minuten auf 43—44° erwärmt wurden. Alle Zellen lagen bei diesen Versuchen in Kochsalzlösung von 0,5 % oder in Serum. Oft genug erwacht nur bei einer kleinen Anzahl Zellen die Bewegung beim Abkühlen wieder; die andern Zellen des nämlichen Präparates befinden sich im zweiten Grade der Wärmestarre.

Die Schnelligkeit des Wiedererwachens ist sehr verschieden: die Bewegungen kehren um so später zurück, je höher die Temperatur war und je länger sie eingewirkt hatte. Schnelles Abkühlen wirkt im Allgemeinen günstig. Zuweilen kehren aber auch hierbei die Bewe-

---

1) Die in der Einleitung citirten Angaben von Claude Bernard, wonach die Flimmerbewegung bis 50 oder 60° zunehmen und erst bei 80° ganz aufhören soll. können nur auf ganz groben Versuchsfehlern beruhen.

gungen sehr langsam, erst nach 5 bis 10 Minuten zurück. Hatte die Erwärmung nur kurze Zeit gedauert, und war die erreichte Temperatur nicht hoch (nicht über 44°) gewesen, so erhalten die Bewegungen im Beginn der Abkühlung, besonders während die Temperatur von 40° auf 35° sinkt, wieder eine höchst bedeutende Schnelligkeit und Stärke. Diese kann je nach der Schnelligkeit des Abkühlens mehr oder weniger lange bestehen bleiben. Sinkt die Temperatur schnell weiter auf die Höhe der Zimmertemperatur herab, so verlangsamen sich dann die Schwingungen wieder und sind schliesslich kleiner und schwächer, als sie zuvor bei der gleichen Temperatur waren. Macht man dieselben Zellen mehrmals hintereinander, aber jedesmal nur für sehr kurze Zeit, durch schnelles Steigern der Temperatur wärmestarr, so wird die Bewegung in den meisten Fällen merklich geschwächt und erreicht dann beim Abkühlen keine bedeutende Schnelligkeit mehr.

Das Wiedererwachen aus dem ersten Grade der Wärmestarre in indifferenten Flüssigkeiten wird befördert, wenn man Dämpfe von Ammoniak oder kohlensaurem Ammoniak über das Präparat streichen oder verdünnte Kalilösung zufliessen lässt. Zuweilen gelingt es auf diese Weise noch, Zellen wieder zu beleben, die bereits seit einer Viertelstunde auf die Zimmertemperatur abgekühlt und stillgeblieben waren; aber niemals werden dann die Bewegungen gross und frequent. Wasser, Säuren und Aether waren in diesen Fällen erfolglos. Sie brachten in der Regel die bereits wieder erwachten Bewegungen sofort zur Ruhe.

Liegen die Zellen, während sie der Einwirkung höherer Temperaturgrade ausgesetzt werden, nicht in indifferenten Lösungen, so verhält sich Manches anders. Hatte die Bewegung z. B. in stärkeren Kochsalzlösungen (1% bis 2%) nachgelassen oder aufgehört, so beschleunigt sie sich bei Steigerung der Wärme oder erwacht wieder. Die Wärmestarre tritt hier aber, wenn die Concentration die angegebenen Grenzen nicht überschreitet, bei derselben Temperatur ein, wie in indifferenten Lösungen. Abkühlung, unterstützt durch Verdünnung der Lösung, ruft die Cilienthätigkeit unter denselben Umständen wieder hervor wie da. — Anders ist es, wenn die Zellen in reinem Wasser oder in äusserst verdünnten Salzlösungen liegen. Hier tritt die Starre viel früher, zuweilen schon unter 35° ein, auch wenn rasch erwärmt wurde. Beim Abkühlen erwacht die Bewegung für einige Zeit wieder. Haben sich die Bewegungen in reinem Wasser schon merklich verlangsamt, was stets innerhalb der ersten 10 Minuten zu geschehen pflegt, so bewirkt schnelle Erwärmung keine Beschleunigung, sondern führt den Stillstand nur noch schneller herbei. —

Verlangsamung durch Alkalien (Ammoniakdämpfe z. B.) wird durch schnelle Erwärmung nicht selten aufgehoben und macht einer ansehnlichen Beschleunigung Platz. Niemals aber konnte durch Erwärmen ein Säurestillstand gehoben, oder auch nur der von der Säure bewirkten Verlangsamung Einhalt gethan werden.

Die meisten dieser Thatsachen können, wie auch das Meiste von dem, was in den vorigen Kapiteln über den Einfluss anderer Agentien mitgetheilt ist, auch ohne Hilfe des Mikroskops constatirt werden. Ich benutze dann die ausgeschnittene und mit vier Stecknadeln auf einem kleinen Korkplättchen aufgespannte Rachenschleimhaut des Frosches in toto und überzeuge mich von dem Vorhandensein und der Stärke der Flimmerbewegung durch die Beobachtung kleiner, auf die Oberfläche der Schleimhaut gebrachter Partikelchen. Am besten eignet sich zu letzterem Zwecke ein mit Serum oder halbprocentiger Kochsalzlösung angerührter feinkörniger Farbstoff, Zinnober z. B., von dem man einen kleinen Tropfen auf die Schleimhaut bringt und nun die Schnelligkeit misst, mit der die Farbstoffkörnchen sich fortbewegen. Will man genauer messen, so verfährt man nach der im nächsten Abschnitt ausführlicher zu besprechenden Methode. — Wenn sich auch auf diese Weise der völlige Stillstand der Wimperbewegung nicht sicher nachweisen lässt (s. oben), so sind doch im Allgemeinen Aenderungen in der Stärke der Bewegung leicht nachzuweisen und zu messen. — Taucht man nun die erst mit Kochsalz von 0,5 % — 1 % abgespülte Membran einige Secunden oder Minuten lang in eine gleichstarke Kochsalzlösung, die auf 35° — 40° C. erwärmt ist, so bemerkt man unmittelbar nach dem Herausheben der Membran, dass die Stärke der Bewegung gewaltig zugenommen hat, und nun beim Abkühlen wieder auf die anfängliche Höhe herabsinkt. — Taucht man die Membran einige Minuten lang in halbprocentige Kochsalzlösung von 40 — 44°, so findet man unmittelbar nach dem Herausheben der Membran an ihrer Oberfläche keine Strömung. Nach einigen Secunden beginnt dieselbe aber, erreicht vorübergehend eine bedeutende Stärke und sinkt weiter, gewöhnlich bis unter die anfängliche Grösse. — Wird die Schleimhaut nur eine halbe Minute lang in Kochsalz von 45° oder darüber versenkt, so sind die Zellen todt. — Taucht man die Flimmerhaut anstatt in Kochsalzlösung in erwärmtes Wasser, so zeigt sich, dass schon bei einer Temperatur von 30° — 35° C. die Strömung aufhört. Hatte die Einwirkung nur wenige Minuten lang gedauert, so stellt sich die Bewegung beim Abkühlen wieder her; nicht aber, wenn die Erwärmung in Wasser länger fortgesetzt wurde.

X. Einfluss der Elektricität auf die Flimmerbewegung.

In der Einleitung wurde bereits erwähnt, wie KISTIAKOWSKY, entgegen den älteren Angaben von PURKINJE und VALENTIN, fand, dass sowol der constante elektrische Strom als abwechselnd gerichtete Inductionsschläge eines DU BOIS'schen Schlittenapparates (ohne HELMHOLTZ'sche Modification) die Flüssigkeitsströmung an der Oberfläche der flimmernden Rachenschleimhaut vom Frosch beschleunigten. Die Bedingungen, unter welchen die Elektricität einen beschleunigenden Einfluss ausüben könne, wurden jedoch nicht weiter untersucht; nicht einmal der Versuch wurde gemacht, zu ermitteln, ob der erregende Einfluss nur von Dichtigkeitsschwankungen des Stromes oder auch vom Strome in beständiger Dichte ausgeübt werde; ebenso blieb eine Reihe anderer wichtiger Fragen späterer Beantwortung überlassen. Im Folgenden soll diesem Mangel wenigstens einigermaassen abgeholfen werden.

Um den Einfluss der Elektricität am Mikroskop beobachten und gleichzeitig das Präparat der Einwirkung beliebiger anderer Agentien aussetzen zu können, bediene ich mich wieder der Gaskammer, indem ich dieselbe in der Weise mit den durch DU BOIS eingeführten unpolarisirbaren Elektroden in Verbindung bringe, dass die Thonspitzen der letzteren durch den Deckel der Kammer hindurch bis zum Präparat verlängert werden. Anstatt des für gewöhnlich gebrauchten Messingdeckels wird der auf pag. 333 erwähnte gläserne Deckel (Fig. 4 u. 5) angewendet. Die beiden seitlichen Durchbohrungen desselben, von denen jede einen Durchmesser von 2 — 3 Mm. besitzt, werden ausgefüllt mit Thon, der mit Kochsalzlösung von 1 % getränkt ist. Von jeder dieser Oeffnungen führt auf der inneren Seite des Deckels eine durch zwei schmale gläserne Schutzleisten gebildete Rinne in gerader Richtung bis an den Rand des Deckglases. Diese Rinnen werden gleichfalls mit Thon ausgefüllt, die Thonstreifen nach Belieben noch ein Stück weit auf die untere Seite des Deckglases verlängert und dann der zwischen beiden auf dem Deckgläschen bleibende Raum mit der Kochsalzlösung oder dem Serum gefüllt, in welches das Präparat zu liegen kommt.

Zur Beobachtung wähle ich meist einen 4 — 6 Mm. langen, 1 — 2 Mm. breiten Längsstreifen der Rachenschleimhaut vom Frosch, der senkrecht zur Richtung des elektrischen Stromes in der Mitte zwischen beiden Elektroden gelagert wird. Nachdem Letzteres geschehen, wird der Deckel auf die durch ein paar Tropfen feucht gehaltene Gaskammer aufgelegt und kann zur besseren Fixirung noch durch eine der früher

erwähnten Klammern angedrückt werden. Nun wird die Kammer unter das Mikroskop gebracht, so dass ein Stück des flimmernden Saumes im Gesichtsfeld ist. Hierauf werden die Thonspitzen der du Bois'schen Elektroden auf die aus den zwei seitlichen Durchbohrungen des Glasdeckels hervorragenden Thonpfröpfchen fest aufgesetzt und für gute Verbindung beider gesorgt. Die Drähte der Elektroden führen rückwärts zu einem du Bois'schen Schlüssel, von da durch eine Wippe zur secundären Spirale eines Inductionsapparates, oder zur constanten Kette.

Eine zweite Methode, nach welcher sich der Einfluss der Elektricität auf die Flimmerbewegung makroskopisch sehr bequem untersuchen und demonstriren lässt, besteht darin, dass man die Flimmerhaut horizontal ausspannt und die Schnelligkeit der Strömung an ihrer Oberfläche mit Hilfe eines durch die Strömung fortbewegten Signals misst. Diese Methode gestattet eine Reihe der wichtigsten Erscheinungen zu beobachten und giebt zugleich bequem in Zahlen ausdrückbare Resultate. Sie wurde schon von Kistiakowsky bei den meisten seiner Versuche benutzt, und ich habe mich ihrer gleichfalls häufig bedient. Von der ziemlich umständlichen Einrichtung, die Kistiakowsky seinen Versuchen gab, habe ich indessen keinen Gebrauch gemacht, sondern verfuhr folgendermaassen. Auf einem grösseren Objectträger von Spiegelglas war durch Aufkleben von Glasstreifen ein kleiner viereckiger Trog errichtet, der 40 Mm. lang, 20 Mm. breit und 4 Mm. tief war. In die beiden äusseren Viertel dieses Raumes wurden Korktäfelchen von 3 Mm. Dicke und 10 Mm. Breite eingelegt. Auf den Boden der beiden mittleren Viertel kam eine kleine, nur 2 Mm. dicke Glasplatte. Nachdem man nun den Trog mit Kochsalzlösung oder Serum bis zum Rande gefüllt hat, wird die Rachenschleimhaut eines Frosches herausgeschnitten und mit Hilfe von vier Stecknadeln zwischen den zwei Korktäfelchen im Glastroge der Länge nach ausgespannt. Man sorgt dafür, dass die Haut ungefähr zu ihrer normalen Länge ausgedehnt werde, und wenigstens in dem grössten Theile ihrer Breite glatt und eben liege. Letzteres erreicht man am leichtesten, wenn man in den mittleren Raum unter die Schleimhaut noch ein 2 Cent. langes, 1 Cent. breites und etwa 2 Mm. hohes Glasplättchen schiebt. — Nun bringt man die Elektroden an. Auch hier bediene ich mich ausschliesslich der unpolarisirbaren Elektroden von du Bois, welche vor den unpolarisirbaren Elektroden von Kistiakowsky und Stuart den grossen Vorzug haben, dass man den elektrischen Strom durch beliebig gelegene und beliebig ausgedehnte Stellen der Schleimhaut und in jeder Richtung schicken kann welche man will. Soll der Strom in der Längsrichtung durch die

Schleimhaut gehen, so werden die Thonspitzen auf die beiden an den Korkplättchen festgesteckten Enden der Schleimhaut aufgesetzt. Man sorgt, dass sie gut mit Salzlösung (von 0,5 — 0,75 %) getränkt seien und knetet die Spitzen recht fest. Letzteres muss wenigstens bei der oberen Elektrode immer der Fall sein, weil von dieser leicht durch die Thätigkeit der Wimperhaare, aber auch unter dem Einfluss starker elektrischer Entladungen Thonbröckel abgelöst und dann in schmutzigem Strome über die Oberfläche der Schleimhaut nach der unteren Elektrode fortgeführt werden. Man kann sich dagegen auch wohl schützen, indem man im Umkreise der oberen Elektrode das Flimmerepithel mit einem Glasstäbchen wegkratzt, und wenn man die Thonspitze nach dem Aufsetzen auf die Schleimhaut wieder so weit hebt, dass sie nur durch einen etwa 2 Mm. hohen Flüssigkeitskegel mit derselben noch in Verbindung bleibt. Sind die Elektroden vorläufig angebracht, so regulirt man den Stand der Flüssigkeit im Glastroge durch Zufügen oder Wegsaugen so, dass die Oberfläche der Schleimhaut mit einer äusserst dünnen Flüssigkeitslage eben bedeckt bleibt. Ist die Flüssigkeitslage dicker, so treten leicht Unregelmässigkeiten in der Bewegung des Signals ein.

Als Signal benutze ich ein 1,5 Mm. langes, 0,5 Mm. breites, an einem 15 Cent. langen Coconfaden genau vertical über der Mitte der Schleimhaut aufgehängtes Lacktröpfchen. Der Coconfaden wird von einer Klemme gehalten, die an einem Träger auf und nieder bewegt werden kann. Beim Aufsetzen des Signals senkt man die Klemme so weit, dass das Signal auf die Schleimhaut aufstösst; hierauf hebt man dann die Klemme wieder so weit, dass nur die Spitze des Lacktröpfchens noch die Oberfläche der Schleimhaut berührt, diese aber nicht drückt. In dieser Stellung wird die Klemme fixirt. Man kann dann das Signal, indem man den Coconfaden mit einer trocknen Pincette anfasst, ohne Nachtheil für die Zellen von der Schleimhaut abheben und wieder aufsetzen.

Es kommt nun darauf an, die Lage und Länge der Bahn zu bestimmen, welche das Signal durchlaufen soll. Diese Bahn muss in allen zu einer Reihe gehörenden Versuchen genau dieselbe sein. Man bemerkt nämlich sogleich, dass die Schnelligkeit, mit der das Signal fortbewegt wird, selbst auf einer ganz horizontal und faltenlos ausgespannten Schleimhaut an verschiedenen Stellen ziemlich verschieden ist. Denkt man sich die Schleimhaut der Länge nach in parallele Streifen von 0,5 Mm. Breite getheilt, so beträgt der Unterschied in der Schnelligkeit der Strömung an der Oberfläche zweier benachbarter Streifen zuweilen 10 % bis 20 %. Ebensowenig ist an allen Stellen

desselben Streifens die Bewegung immer gleich schnell. Man muss desshalb noch genauer verfahren als Kistiakowsky, der durch zwei quer über die Schleimhaut gelegte Glasfäden die Länge der zu durchlaufenden Bahn abgrenzte. Bei der Rana temporaria, welche ich fast ausschliesslich benutzte, bietet die Durchsichtigkeit der Rachenschleimhaut zur Erreichung des genannten Zweckes die besten Mittel. An den verschiedensten Stellen der Membran sieht man nämlich äusserst kleine Gruppen von Pigmentzellen, Blutgefässchen, auch Nervenstämmchen durchscheinen. Ich setze nun genau über, oder dicht oberhalb einer solchen Stelle — die kaum einen halben Millimeter im Geviert messen darf, und genau gemerkt werden muss — das Signal auf, und messe mit Hilfe eines Mälzl'schen Metronoms die Zeit, welche dasselbe braucht, um bis zu einem zweiten charakteristischen Puncte, etwa dem Rande eines Blutgefässes, zu gelangen. Hier angekommen, wird das Signal sogleich abgehoben und an die erste Stelle zurückversetzt. Mittels eines Zirkels misst man die Entfernung der beiden Puncte. Zu genauerer Beobachtung des zeitlichen Verlaufs der Veränderungen, welche die Schnelligkeit der Bewegung an einer bestimmten Stelle erleidet, muss man die vom Signal zu durchlaufende Strecke klein, nur wenige Millimeter lang, nehmen und das Signal, so wie es am Endpuncte der Bahn angelangt ist, schnell wieder an den Anfangspunct versetzen. Die Länge der Bahn betrug bei den meisten der folgenden Versuche nicht mehr als 3 — 4 Mm., und diese Strecke war durch eine unter die Membran geschobene, mit Bleistift auf einen weissen Papierstreifen gezeichnete Scala noch in einzelne Millimeter eingetheilt. Diese Scala war auf dem unter die Membran geschobenen Glasplättchen aufgeklebt und mit einem dünnen Streifen Deckglas bedeckt. Die Durchsichtigkeit der Membran erlaubt die einzelnen Theilstriche scharf zu sehen, und somit die Zeit zu messen, welche das Signal zum Durchlaufen jedes einzelnen Millimeters braucht. Das Glasplättchen mit der Scala wird unter der Schleimhaut so verschoben, dass der Anfangspunct der Bahn — etwa eine Gruppe Pigmentzellen — gerade auf einen Theilstrich zu stehen kommt. Findet man, dass das Signal in einigen unmittelbar hintereinander angestellten Proben genau dieselbe Bahn beschreibt, so kann der Versuch anfangen.

Bevor man indess mit der elektrischen Reizung beginnt, ist es nöthig, die Schnelligkeit des Signals eine Zeit lang zu messen. Diese Schnelligkeit ist nämlich, trotz der erwähnten Vorsichtsmaassregeln, in der ersten Zeit ziemlich wechselnd, gleichviel ob man den Trog mit Kochsalzlösung oder mit Serum gefüllt hat. Anfangs pflegt sie am grössten zu sein, nimmt im Verlauf einiger Minuten allmählich ab,

beschleunigt sich hierauf wieder, verlangsamt sich von Neuem, wird wieder schnell und diese Unregelmässigkeiten wiederholen sich nicht selten innerhalb der ersten Stunden fortwährend. Es ist sehr leicht, die Ursache dieser Störungen zu finden: sie liegt in der Schleimproduction der Membran. Die zahlreichen Becherzellen, welche zwischen den Flimmerzellen[1]) zerstreut sitzen, entleeren beständig ihren Inhalt in Form von Tröpfchen einer schleimig klebrigen, zuweilen auch körnigen Masse. Diese Tröpfchen quellen auf und bilden in kurzer Zeit einen dünnen membranartigen Ueberzug über die ganze Flimmerhaut. Hierdurch wird der Bewegung der Flimmerhaare ein bedeutendes mechanisches Hinderniss gesetzt. Wie man unter dem Mikroskop leicht constatiren kann, reiben sich die Spitzen der Flimmerhaare an dem sie bedeckenden schleimigen Ueberzuge, und werden an grossen und raschen Excursionen verhindert. Anfangs zwar, wenn die Schleimlage noch sehr dünn ist, wird sie durch die Thätigkeit der Cilien ziemlich rasch nach abwärts getrieben; am unteren Ende der Schleimhaut häuft sich dann schon innerhalb einiger Minuten ein dicker Wall von Schleim auf. Je mehr sich aber der schleimige Ueberzug der Membran verdickt — und das findet natürlich dicht am unteren Ende der Schleimhaut am schnellsten statt — um so mehr wird die Bewegung verlangsamt. Reisst dann die Schleimlage an einer Stelle ein, so beschleunigt sich die Bewegung vorübergehend, bis eine neue Schleimdecke da ist. Man kann die Bewegung willkürlich beschleunigen, wenn man z. B. mit einer spitzen Nadel oberhalb quer über die Schleimhaut wegfährt, und so den schleimigen Ueberzug zerreisst. Sogleich sieht man den Schleim wie einen zarten Schleier an der Oberfläche der Membran nach abwärts treiben. Oft kann man auch diesen Schleier geradezu mit der Pincette wegziehen und abheben. Dass die hiernach eintretende Beschleunigung der Bewegung nicht etwa Folge einer mechanischen Reizung der Membran durch den Druck der Nadel sei, ergiebt sich, von anderen Gegengründen zu schweigen, schon daraus, dass die Beschleunigung auch noch eintritt, wenn man den physiologischen Zusammenhang der von der Nadel berührten Stellen mit den unterhalb gelegenen vorher durch Schnitt oder Quetschung mit der Schärfe eines Messers aufgehoben hat.

---

1) Versuche, die ich bald weiter auszudehnen und mitzutheilen hoffe, ergeben, dass die Absonderung der Becherzellen unter gewissen Bedingungen durch elektrische Stromschwankungen bedeutend angeregt wird. Namentlich bei Reizung mit stärkeren Inductionsschlägen wird ein Theil der Zellmasse oft plötzlich ausgestossen. Bei wiederholter Reizung erschöpfen sich die Zellen aber rasch.

In der folgenden Tabelle I sind einige Messungen der Veränderungen aufgezeichnet, welche die Schnelligkeit der Strömung an der Oberfläche der frisch präparirten Schleimhaut untergeht. Die vom Signal durchlaufene Bahn war 3 Mm. lang; die Zeit, in welcher dieser Weg zurückgelegt wurde, ist in der zweiten Columne in Secunden angegeben; zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Beobachtungen liegen nur wenige Secunden, zwischen Nr. 1 und Nr. 2 jedoch mehrere Minuten. Unmittelbar vor jeder der mit einem Stern versehenen Beobachtungen wurde der schleimige Ueberzug der Membran oberhalb der beobachteten Strecke mit einer scharfen Nadel durchgeschnitten; vor Nr. 64 wurde der Schleim ausserdem noch mit einer Pincette weggezogen.

Tabelle I.

Nr. der Beobachtung.	Zeit in Secunden.	Nr. der Beobachtung.	Zeit in Secunden.	Nr. der Beobachtung.	Zeit in Secunden.
1	12	27	18	* 53	12
2	15	28	17	54	14
3	16	29	18	55	16
4	16	30	18	56	18
5	17	31	20	57	18
6	17	32	21	* 58	14
7	18	33	18	59	13
8	18	34	18	60	14
9	18	35	18	61	15
10	18	* 36	12	62	18
11	19	37	13	63	18
12	22	38	15	* 64	9
13	21	39	15	65	9
14	22	40	15	66	8
15	21	41	19	67	10
16	23	42	20	68	13
17	16	43	20	69	16
18	16	44	16	70	18
19	19	45	17	71	18
20	16	46	18	* 72	10
21	17	47	19	73	12
22	19	* 48	13	74	15
23	16	49	14	75	17
24	17	50	15	76	17
25	18	51	17	77	20
26	18	52	17	78	20

Der Einfluss, welchen die Durchschneidung der Schleimdecke auf die Geschwindigkeit des Signals ausübt, springt deutlich in die Augen.

Bei Membranen, die mehrere Stunden ausgespannt gelegen haben, und wiederholt vom Schleim befreit wurden, wird die Schnelligkeit der Strömung allmählich ziemlich constant; die reiche Schleimproduction hört auf: die Becherzellen erschöpfen sich. Nicht alle Schleimhäute verhalten sich übrigens gleich. Manche [1]) produciren von Anfang an auffallend wenig Schleim, und die mikroskopische Untersuchung zeigt dann auch, dass die Anzahl der Becherzellen auffallend gering ist. Solche Membranen eignen sich am meisten zu Versuchen. Bei reichlicher Production von Schleim muss man, um brauchbare Zahlen zu gewinnen, beständig für Entfernung desselben sorgen, oder warten bis die Schleimbildung nachlässt. Noch nach zwei Tage langem Liegen und später sind die ausgespannten und während dieser Zeit vor Verdunstung geschützten Schleimhäute zu Versuchen brauchbar.

Ausser den Veränderungen, welche in Folge der Schleimproduction in der Schnelligkeit der Bewegung eintreten, scheinen nun häufig noch andere vorzukommen, deren Ursache nicht nachweisbar ist. Bei der Beobachtung im Mikroskop sieht man nämlich, wenn die Bewegung schon nachgelassen hat, deutlich, dass auf einer einzelnen Zelle oder auf einer kleinen Gruppe von Zellen die Bewegung sich periodisch verschnellt. Die Perioden, in denen dieses geschieht, sind zuweilen ziemlich regelmässig, von mehrere Secunden bis mehrere Minuten langer Dauer; die Verschnellung hält aber in der Regel nur einige Secunden an, und ist selten bedeutend. Niemals scheinen diese Schwankungen isochronisch auf einer grösseren Strecke der Schleimhaut vorzukommen, und diess ist wahrscheinlich der Grund, dass sie sich nicht deutlich bemerkbar machen, wenn man, wie nach der zweiten der oben beschriebenen Methoden die Schnelligkeit der Strömung makroskopisch untersucht. Nur bei elektrischer Reizung unter dem Mikroskop könnte ihre Nichtbeachtung zu Irrthümern Veranlassung geben.

Endlich ist bei diesen Versuchen, ganz besonders bei denen, die nach der zweiten Methode angestellt werden, auf die Zimmertemperatur zu achten. Es ist wünschenswerth, dass die Temperatur während jeder Versuchsreihe constant bleibe. Aendert sich die Zimmerwärme inner-

---

1) Diess scheinen besonders die Schleimhäute von solchen Fröschen zu sein, die unter den günstigsten Bedingungen gelebt und frisch eingefangen sind. Bei Fröschen dagegen, die längere Zeit in der Gefangenschaft, in schlechtem Wasser, oder zu trocken aufbewahrt waren, fand ich meist enorme Massen von Becherzellen, oft in Gruppen von 3 bis 5 dicht beieinander. Sie übertrafen zuweilen die Flimmerzellen an Zahl.

halb kürzerer Zeit um einige Grade, so macht sich diess fast immer durch eine entsprechende Veränderung in der Schnelligkeit der Bewegung bemerkbar. Ja, anfangs schien es mir sogar fraglich, ob nicht in den Versuchen von Kistiakowsky die während des Tetanisirens mit abwechselnd gerichteten Inductionsschlägen und während des Durchführens eines starken constanten Stroms beobachtete Beschleunigung der Bewegung nur auf Erwärmung der einen starken Widerstand bietenden Membran durch den Strom beruht habe. In der That findet hierbei eine schon mit groben Hilfsmitteln nachweisbare Erwärmung statt. Man braucht nur die Kugel eines gefühligen Quecksilberthermometers auf die ausgespannte Rachenschleimhaut zu legen: beim Tetanisiren der Membran steigt das Quecksilber sofort. Abwechselnd gerichtete Inductionsschläge eines von 2 Daniell'schen Elementen getriebenen Schlittenapparats du Bois'scher Construction (ohne Helmholtz'sche Abänderung) bewirkten bei 0 Mm. Rollenabstand und möglichst raschem Gang des Unterbrechers, dass das Quecksilber innerhalb der ersten Minute um etwa 1° C. und innerhalb der nächsten drei Minuten noch um weitere 2° stieg; bei langsamerem Gang des Hammers oder bei grösserem Rollenabstande betrug natürlich die Erwärmung in gleicher Zeit weniger. Hört man auf zu tetanisiren, so sinkt das Quecksilber im Lauf einiger Minuten wieder auf die anfängliche Höhe zurück. Diesen Temperaturveränderungen der Membran, welche, vor Allem wegen der ungünstigen Lagerung des Thermometers, durch letzteren offenbar viel zu klein angegeben werden, mussten natürlich Veränderungen in der Stärke der Flimmerbewegung entsprechen. Sie liessen sich auch leicht durch Beobachtung des Signals nachweisen. Die gefundenen Zahlen stimmten mit den von Kistiakowsky angegebenen sehr gut überein. Weder aus ihnen noch aus denen von Kistiakowsky liess sich aber entscheiden, ob die beobachteten Veränderungen der Bewegung ausser auf thermischen auch noch auf anderen Wirkungen der Elektricität beruhten. Eben so wenig bewiesen die Zahlen in Kistiakowsky's Versuchen über die Einwirkung des constanten Stroms einen specifischen Einfluss der Elektricität. Man sah aus denselben nicht, ob die Erregung, deren Ausdruck die Verstärkung der Bewegung ist, allmählich oder plötzlich eintrat, ob sie, so lange der Strom durchging zunahm, gleichblieb, oder sich verminderte. Die während der Dauer des Durchströmens gefundene Zunahme der mittleren Schnelligkeit des Signals konnte auf allmählicher Erwärmung, die nach der Oeffnung beobachtete Abnahme auf allmählicher Abkühlung der Membran beruhen. Nur die auf Tab. III von Kistiakowsky zusammengestellten Versuche, bei denen der constante Strom während mehrerer

aufeinanderfolgender Beobachtungen geschlossen blieb, sprechen dafür, dass nicht der Erwärmung allein die beobachtete Beschleunigung zuzuschreiben sei. Auf diese Versuche, deren Werth Kistiakowsky übersehen zu haben scheint, kommen wir indessen später zurück.

Obschon sich nun im Verlauf dieser Untersuchung bald eine Reihe von Thatsachen herausstellte, aus denen ein specifischer Einfluss der Elektricität klar hervorging, unterliess ich doch nicht, einige Versuche über den Einfluss der Erwärmung auf die Schnelligkeit der Bewegung des Signals anzustellen. Ich bestimmte die Beschleunigung der Bewegung, welche eintrat, wenn die Membran einmal durch Tetanisiren mit Inductionsströmen und dann wenn sie mit Hilfe eines untergeschobenen Platin- oder Kupferstreifens erwärmt wurde. Der Grad der Erwärmung wurde nach derselben, freilich sehr rohen Methode wie oben, mit Hilfe eines an die Schleimhaut angelegten Quecksilberthermometers gemessen. Die Kugel desselben lag auf der intrapolaren Strecke und zwar so, dass sie bei Erwärmung der Membran durch den untergeschobenen Metallstreifen von der kühlsten Stelle des letzteren noch um einen halben Centimeter entfernt war, während die vom Signal durchlaufene Strecke gerade über dem Metallstreifen lag, also der Erwärmung viel mehr ausgesetzt war. Es zeigte sich, dass bei gleich hoher und gleich schneller Temperatursteigerung die Bewegung viel mehr beschleunigt wurde wenn die Temperaturerhöhung der Membran durch elektrische Ströme als wenn sie durch Erwärmen des Metallstreifens zu Stande gebracht worden war. Dieselbe Beschleunigung des Signals welche eintrat, als beim Erwärmen des Metallstreifens der Thermometer in den ersten drei Minuten um 5° stieg, wurde in dem unmittelbar vorausgehenden und dem darauf folgenden Versuche beobachtet, als die Temperatur unter dem Einfluss abwechselnd gerichteter Inductionsschläge in der gleichen Zeit nur um 0,2° stieg. Waren die Inductionsschläge so schwach oder folgten sie sich so langsam, dass das Quecksilber im Thermometer nicht stieg, so konnte doch gleichzeitig sehr starke Beschleunigung der Bewegung vorhanden sein. Auf der andern Seite konnte durch schnelles oder langsames Erwärmen des Metallstreifens die Temperatur der Membran merklich, wenn schon wenig, erhöht werden ohne dass die Bewegung verstärkt wurde. Hiernach scheint nur bei Anwendung von starken, rasch aufeinander folgenden Inductionsschlägen oder nach längerem Durchfliessen eines starken constanten Stromes eine Einmischung der thermischen Wirkungen der Elektricität zu fürchten.

Nachdem ich mich durch diese vorläufigen Versuche überzeugt hatte, dass die Elektricität, auch abgesehen von der Erwärmung, einen erregenden Einfluss auf die Flimmerbewegung ausüben könne, schien es vor Allem nöthig, zu untersuchen ob nur Dichtigkeitsschwankungen des elektrischen Stroms oder ob auch der Strom in beständiger Dichte erregend wirke. Die weiteren Fragen ergaben sich dann von selbst.

Wir beginnen mit der Schilderung des Einflusses, welchen ein einzelner Inductionsschlag auf die Flimmerbewegung ausübt.

Schickt man durch Flimmerzellen, deren Bewegung sich nach längerem Liegen in Serum, Humor aqueus oder Kochsalzlösung von 0,5% bis 1% verlangsamt hat, einen einzelnen kräftigen Inductionsschlag, so findet Erregung statt. Diese äussert sich als eine anfangs zunehmende, dann langsam wieder abnehmende Beschleunigung und Verstärkung der Bewegung. Standen die Cilien vorher ganz still, so kann in Folge der Reizung die Bewegung wieder erwachen; es folgt dann eine Reihe von Schwingungen, deren Frequenz und Grösse anfangs zu- und später wieder abnimmt. Der einzelne Reiz löst also nicht, wie man etwa hätte erwarten können, eine einzelne Schwingung oder Zuckung des Flimmerhaars aus, sondern erhöht nur die rhythmische Thätigkeit der Cilien, wenn sie in Abnahme begriffen, oder erweckt sie für einige Zeit wieder, wenn sie bereits erloschen war. Grösse und Verlauf der Erregung hängen, wie sich aus den sogleich zu beschreibenden Versuchen ergiebt, von der Grösse und Schnelligkeit der Dichtigkeitsschwankung des reizenden Stromes, und ausserdem von dem Zustand der Flimmerzellen vor der Reizung ab.

Versuch I. Die Reizung geschieht innerhalb der Gaskammer unter dem Mikroskop. Von den Elektroden führen Drähte zu den Polen der secundären Spirale eines du Bois'schen Schlittenapparats. In den Kreis des primären Stroms, der von vier Daniell'schen Elementen erzeugt wird, ist ein Quecksilbernäpfchen eingeschaltet, in welchem mit Hilfe eines an der Spitze amalgamirten Kupferdrahts der Strom geschlossen und unterbrochen wird. Ein dünner Streifen der Rachenschleimhaut eines eben getödteten Frosches liegt in Kochsalzlösung von 1% zwischen den Elektroden. Nach viertelstündigem Liegen sind die Bewegungen bedeutend kleiner und langsamer geworden. An der zur Beobachtung ausgesuchten Stelle machen die Cilien 12 Schwingungen in 5 Secunden. Es wird nun der Einfluss des Schliessungs- und Oeffnungsschlags bei verschiedenen Rollenabständen untersucht.

a. 0 Cent. Rollenabstand.

Schliessung. Nach einigen Secunden deutliche, obschon geringe

Verschnellung, die anfangs zunimmt, nach 5—10 Secunden allmählich wieder nachlässt.

Oeffnung. Innerhalb der ersten Secunde kein Einfluss bemerkbar. Hierauf ziemlich plötzlich starke, rasch zunehmende Beschleunigung, verbunden mit Vergrösserung der Excursionen. Am Ende der zweiten Secunde sind die einzelnen Schwingungen nicht mehr zu unterscheiden; sie bleiben etwa 10 Secunden lang unzählbar, verlangsamen und verkleinern sich hierauf allmählich und haben nach Verlauf von einer Minute ungefähr die anfängliche Frequenz wieder erreicht.

b. 1 Cent. Rollenabstand.

Alles ebenso wie bei *a*.

c. 2 Cent. Rollenabstand.

Schliessung wirkt sehr wenig.

Oeffnung. Erst in der dritten Secunde merkbare Beschleunigung. Noch innerhalb der dritten Secunde werden die Bewegungen unzählbar schnell. Nach Verlauf von einer halben Minute (vom Moment der Oeffnung an) hat die Bewegung wieder die anfängliche Grösse.

d. 3 Cent. Rollenabstand.

Schliessung. Kein deutlicher Erfolg.

Oeffnung. Beginn der Beschleunigung in der vierten Secunde. Im Lauf der nächsten Secunden werden die Bewegungen zwar unzählbar schnell, sind aber noch einzeln zu unterscheiden. Nach 20 Secunden wieder die anfängliche Frequenz.

e. 3,5 Cent. Rollenabstand.

Schliessung. Kein Einfluss.

Oeffnung. Wie in *d*; doch ist die Gesammtdauer der Erregung kürzer, etwa 15 Secunden.

f. 4 Cent. Rollenabstand.

Schliessung. Kein Effect.

Oeffnung. Nach 4 Secunden erst deutliche Beschleunigung und Verstärkung. Nach 10 Secunden wieder wie zu Anfang.

g. 4,5 Cent. Rollenabstand.

Schliessung. Kein Erfolg.

Oeffnung. In den ersten fünf Secunden keine deutliche Veränderung. Darauf eine geringe anfangs wachsende, dann wieder abnehmende Beschleunigung. Gesammtdauer der Erregung höchstens 10 Secunden.

h. 0 Cent. Rollenabstand.

Schliessung. Nach einigen Secunden deutliche Beschleunigung, die binnen 10 Secunden wieder aufhört.

Oeffnung. In der zweiten Secunde plötzlich starke Beschleunigung. In der dritten Secunde sind die einzelnen Schläge schon nicht mehr zu unterscheiden. Im Laufe einer Minute kehrt allmählich die anfängliche Schnelligkeit zurück.

i. 4 Cent. Rollenabstand.

Schliessung. Kein Erfolg.

Oeffnung. Erst nach 4—5 Secunden geringe Beschleunigung; nach 10 Secunden wieder wie zu Anfang. — Hierauf wird bei demselben

Rollenabstand dreimal rasch hintereinander geschlossen und geöffnet: starke Beschleunigung. Nach 5—6 Secunden sind einzelne Schläge nicht mehr zu unterscheiden. Im Lauf der nächsten Minute allmähliche Abnahme.

k. 0 Cent. Rollenabstand.

Schliessung. Nach einigen Secunden geringe aber deutliche Beschleunigung, die sich im Lauf von 15 Secunden wieder verliert.

Oeffnung. Noch innerhalb der ersten Secunde starke Beschleunigung, die fast eine Minute anhält.

l. 4 Cent. Rollenabstand.

Schliessung. Kein Erfolg.

Oeffnung. Nach etwa 5 Secunden deutliche, ziemlich starke Beschleunigung, die 10—15 Secunden lang anhält.

m. 0 Cent. Rollenabstand.

Wie in *k*, die Beschleunigung nach der Oeffnung hält jedoch länger, fast zwei Minuten lang an.

n. 4 Cent. Rollenabstand.

Wie in *l*; doch ist die Gesammtdauer der Erregung nach der Oeffnung etwas länger.

Aus diesem Versuche geht hervor, dass mit der Stärke der Inductionsschläge die Grösse und Dauer der Erregung zunimmt. Wie man sieht, dauerte es merkliche Zeit, ehe eine Beschleunigung bemerkbar wurde. Diese Zeit, die man als Zeit der latenten Erregung bezeichnen kann, ist um so kürzer, je stärker der Inductionsschlag war. Sie kann bei sehr starken Reizen für die Wahrnehmung zu klein werden. Als ich mit dem Oeffnungsschlag eines grossen Ruhmkorff'schen Apparats reizte, dessen primäre Spirale mit 4 grossen Grove'schen Elementen in Verbindung stand, schien die Beschleunigung im Moment der Reizung einzutreten. Dasselbe kann man auch bei Gebrauch eines kleinen Ruhmkorff's oder eines du Bois'schen Schlittenapparats beobachten, wenn man den primären Strom stark genug macht. Wie kurz die Dauer der latenten Reizung werden könne, lässt sich wegen der Unvollkommenheit unserer Hilfsmittel nicht entscheiden. Aus demselben Grunde lässt sich auch nicht mit Bestimmtheit behaupten, ob die Erregung bei Reizung von noch in Bewegung begriffnen Cilien in der ersten Zeit wirklich latent, oder ob sie nur für die grobe Wahrnehmung zu gering sei. Ich möchte auf Grund von Versuchen mit schwachen Oeffnungsschlägen das Erstere annehmen. Stuft man die Stärke der Schläge, z. B. durch Entfernen der secundären Spirale von der primären, mehr und mehr ab, so wird auch das Stadium der latenten Reizung immer länger, und es kann endlich 7 Secunden und mehr dauern,

ehe man eine Aenderung der Bewegung wahrnimmt. In verschiedenen Versuchen, wo später deutliche Beschleunigung eintrat, fand ich die Frequenz der Schwingungen in den ersten fünf Secunden nach der Reizung eben so gross als in den fünf vorangegangenen. Auch eine Aenderung in der Grösse der Excursionen war nicht wahrzunehmen. Standen die Cilien vor der Reizung ganz still, so konnten mehrere Secunden verfliessen ehe merkbare Bewegungen begannen, und bei Reizung mit noch schwächeren Schlägen blieben die Cilien in Ruhe stehen.

Auf das Stadium der latenten Reizung folgt ein Stadium, in welchem die Schnelligkeit und Stärke der Bewegung bis zu einem Maximum zunimmt. Es kann als Stadium der steigenden Energie bezeichnet werden. Das Maximum bis zu welchem die Schnelligkeit steigt, liegt bei starken Reizen höher als bei schwachen. Die Zunahme der Schnelligkeit erfolgt um so rascher je stärker der Reiz war. Nur bei schwachen Inductionsschlägen lässt sich indess durch Beobachtung mit dem Mikroskop bestimmen, wann ungefähr die Bewegung das Maximum der Schnelligkeit erreicht habe. Sie bedarf hierzu immer einer Reihe von Secunden. Bei starken Schlägen werden binnen einer oder zwei Secunden die Schwingungen so schnell, dass sie einzeln nicht mehr zu unterscheiden, eine weitere Zunahme der Schnelligkeit also nicht zu erkennen ist. — Ebenso kann man nur in den Fällen, wo während der Dauer des Maximums der Schnelligkeit die einzelnen Schläge noch sichtbar bleiben, also im Allgemeinen bei schwächeren Reizen, mit dem Mikroskop entscheiden, wann die Schnelligkeit abzunehmen beginnt, und wie lange etwa das Stadium — es möge das Stadium der sinkenden Energie heissen — dauert, in welchem die Bewegung vom Maximum bis auf ihre anfängliche Höhe zurückkehrt. Dass alle diese Zeitbestimmungen noch ziemlich ungenau sind, ist selbstverständlich. So viel lässt sich aber feststellen, und geht aus Versuch I schon hervor, dass die Dauer des Stadiums der sinkenden Energie bei schwachen Reizen kürzer ist als bei starken. Auch die Gesammtdauer der Erregung beträgt um so weniger, je schwächer der Reiz war. Ist die Schnelligkeit auf der anfänglichen Höhe wieder angekommen, so pflegt sie, falls die übrigen Bedingungen sich inzwischen nicht verändert haben, zunächst nicht weiter zu sinken.

Der grösste Theil der durch Beobachtung im Mikroskop gewonnenen Resultate lässt sich bestätigen, wenn man nach der zweiten der oben beschriebenen Methoden die Geschwindigkeiten eines über die flimmernde Schleimhaut geführten Signals misst. Diese Methode giebt ausserdem über die Grösse, über die Gesammtdauer und über einzelne

Puncte des Verlaufs der Erregung genauere Auskunft. Ich lasse hier einen Versuch folgen.

Versuch II. Frische Rachenschleimhaut vom Frosch, in dem mit halbprocentiger Kochsalzlösung gefüllten Glastrog ausgespannt. Die vom Signal durchlaufene Bahn ist 2 Mm. lang und liegt ungefähr in der Mitte zwischen beiden Elektroden. Die Zeit, welche zum Durchlaufen des ersten und des zweiten Millimeters gebraucht wird, ist mit Hilfe eines Mälzl'schen Metronoms gemessen, welcher Drittelsecunden angiebt. Die Thonspitzen der unpolarisirbaren Elektroden sind in einem Abstand von 1,5 Cent. oben und unten auf die Schleimhaut aufgesetzt. Sie sind in Verbindung mit der secundären Spirale des Schlittenapparats. Der primäre Strom wird von 4 grossen Grove's geliefert. Schliessung und Oeffnung geschehen mit Hilfe eines Quecksilbernäpfchens und zwar in dem Moment, wo das Signal vom Anfangspunct seiner Bahn abgeht.

Tabelle II.

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Reiz.	Rollenabstand.	Zeit in Drittelsecunden	
				für den ersten Millimeter.	für den zweiten Millimeter.
1	11 h. 52′	—	—	8	7
2	—	—	—	8	7
3	—	—	—	8	7
4	—	—	—	8	7
5	—	—	—	8	8
6	—	—	—	8	8
7	—	—	—	8	8
8	—	—	—	9	8
9	—	—	—	9	9
10	—	—	—	9	9
11	—	—	—	9	9
12	—	—	—	9	9
13	11 h. 57′	Schliessung	0 Mm.	9	7
14	—	—	—	7	7
15	—	—	—	8	8
16	—	—	—	9	8
17	—	—	—	8	8
18	—	—	—	8	8
19	—	—	—	9	9
20	12 h.	Oeffnung	0 Mm.	8	5
21	—	—	—	5	5
22	—	—	—	6	6
23	—	—	—	7	7
24	—	—	—	7	7
25	—	—	—	8	8

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Reiz.	Rollenabstand.	Zeit in Drittelsecunden für den ersten Millimeter.	für den zweiten Millimeter.
26	—	—	—	8	8
27	—	—	—	8	8
28	—	—	—	9	9
29	—	—	—	9	10
30	—	—	—	9	9
31	—	—	—	9	8
32	—	—	—	8	8
33	—	—	—	8	9
34	12 h. 5′	Schliessung	0 Mm.	9	7
35	—	—	—	7	7
36	—	—	—	7	7
37	—	—	—	7	8
38	—	—	—	8	8
39	—	—	—	8	8
40	—	—	—	8	8
41	12 h. 9′	—	—	9	9
42	—	—	—	9	9
43	—	—	—	9	10
44	—	—	—	9	9
45	—	—	—	9	9
46	12 h. 12′	Oeffnung	0 Mm.	8	5
47	—	—	—	5	5
48	—	—	—	5	5
49	—	—	—	5	5
50	—	—	—	6	6
51	—	—	—	7	7
52	—	—	—	7	7
53	—	—	—	7	8
54	—	—	—	8	8
55	—	—	—	8	9
56	—	—	—	9	9
57	—	—	—	9	10
58	—	—	—	9	9
59	—	—	—	9	8
60	—	—	—	9	9
61	12 h. 25′	Schliessung	30 Mm.	9	7
62	—	—	—	7	7
63	—	—	—	7	7
64	—	—	—	8	8
65	—	—	—	8	9
66	—	—	—	9	9
67	—	—	—	10	10
68	—	—	—	10	10
69	—	—	—	9	10

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Reiz.	Rollenabstand.	Zeit in Drittelsecunden für den ersten Millimeter.	Zeit in Drittelsecunden für den zweiten Millimeter.
70	12h. 30′	Oeffnung	30 Mm.	8	5
71	—	—	—	5	6
72	—	—	—	6	6
73	—	—	—	7	7
74	—	—	—	8	8
75	—	—	—	8	8
76	—	—	—	8	9
77	—	—	—	9	9
78	—	—	—	9	9
79	—	—	—	9	9
80	—	—	—	9	9
81	12h. 35′	Schliessung	30 Mm.	9	7
82	—	—	—	7	6
83	—	—	—	7	7
84	—	—	—	7	8
85	—	—	—	8	8
86	—	—	—	9	9
87	—	—	—	9	10
88	—	—	—	10	10
89	12h. 38′	Oeffnung	30 Mm.	9	7
90	—	—	—	6	6
91	—	—	—	7	7
92	—	—	—	7	7
93	—	—	—	8	8
94	—	—	—	8	9
95	—	—	—	9	9
96	—	—	—	9	10
97	—	—	—	10	10
98	—	—	—	10	11
99	—	—	—	11	11
100	—	—	—	11	10
101	—	—	—	10	11
102	12h. 45′	Schliessung	50 Mm.	10	7
103	—	—	—	8	7
104	—	—	—	8	8
105	—	—	—	8	9
106	—	—	—	9	9
107	—	—	—	10	10
108	—	—	—	11	11
109	—	—	—	12	12
110	12h. 48′	Oeffnung	50 Mm.	10	7
111	—	—	—	7	7
112	—	—	—	7	8
113	—	—	—	8	8

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Reiz.	Rollenabstand.	Zeit in Drittelsecunden	
				für den ersten Millimeter.	für den zweiten Millimeter.
114	—	—	—	9	9
115	—	—	—	9	9
116	—	—	—	10	11
117	—	—	—	11	12
118	—	—	—	12	12
119	—	—	—	11	12
120	—	—	—	11	11
121	—	—	—	10	11
122	—	—	—	12	12
123	—	—	—	12	13
124	—	—	—	12	13
125	12 h. 56′	Schliessung	70 Mm.	12	11
126	—	—	—	10	9
127	—	—	—	9	10
128	—	—	—	10	10
129	—	—	—	11	11
130	—	—	—	12	13
131	—	—	—	12	12
132	1 h.	Oeffnung	70 Mm.	12	10
133	—	—	—	8	8
134	—	—	—	9	9
135	—	—	—	10	10
136	—	—	—	11	11
137	—	—	—	12	12
138	—	—	—	13	14
139	—	—	—	14	14
140	—	—	—	13	14
141	—	—	—	14	14
142	1 h. 7′	Schliessung	80 Mm.	14	12
143	—	—	—	12	11
144	—	—	—	13	13
145	—	—	—	14	14
146	—	—	—	13	14
147	—	—	—	13	13
148	—	—	—	13	13
149	1 h. 13′	Oeffnung	80 Mm.	12	10
150	—	—	—	9	9
151	—	—	—	10	11
152	—	—	—	12	12
153	—	—	—	12	12
154	—	—	—	12	12
155	1 h. 24′	Schliessung	70 Mm.	12	11
156	—	—	—	10	10
157	—	—	—	11	12

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Reiz.	Rollenabstand.	Zeit in Drittelsecunden für den ersten Millimeter.	für den zweiten Millimeter.
158	—	—	—	13	13
159	—	—	—	14	16
160	—	—	—	16	16
161	—	—	—	18	18
162	—	—	—	18	18
163	—	—	—	20	20
164	1 h. 35′	Oeffnung	70 Mm.	16	12
165	—	—	—	12	15
166	—	—	—	14	16
167	—	—	—	16	16
168	—	—	—	17	17
169	1 h. 40′	—	—	17	17
170	—	—	—	18	18
171	—	—	—	18	20
172	1 h. 45′	Schliessung	0 Mm.	15	11
173	—	—	—	12	12
174	—	—	—	14	15
175	—	—	—	17	18
176	—	—	—	18	17
177	—	—	—	18	20
178	—	—	—	20	20
179	1 h. 53′	Oeffnung	0 Mm.	16	10
180	—	—	—	12	12
181	—	—	—	13	13
182	—	—	—	14	15
183	—	—	—	17	19
184	—	—	—	20	20
185	1 h. 57′	Schliessung	0 Mm.	15	12
186	—	—	—	12	12
187	—	—	—	12	12
188	—	—	—	13	13
189	—	—	—	15	16
190	—	—	—	16	17
191	—	—	—	17	17
192	—	—	—	16	16
193	—	—	—	16	16
194	2 h. 5′	Oeffnung	0 Mm.	12	8
195	—	—	—	8	8
196	—	—	—	8	9
197	—	—	—	9	9
198	—	—	—	11	13
199	—	—	—	14	15
200	—	—	—	18	18
201	—	—	—	18	17

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Reiz.	Rollenabstand.	Zeit in Drittelsecunden	
				für den ersten Millimeter.	für den zweiten Millimeter.
202	—	—	—	20	20
203	—	—	—	20	20
204	2h. 13′	Schliessung	0 Mm.	16	12
205	—	—	—	13	12
206	—	—	—	14	14
207	—	—	—	15	15
208	—	—	—	16	16
209	—	—	—	16	16
210	—	—	—	18	20
211	—	—	—	20	18
212	—	—	—	18	18
213	2h. 20′	Oeffnung	0 Mm.	13	9
214	—	—	—	9	9
215	—	—	—	10	11
216	—	—	—	12	13
217	—	—	—	13	15
218	—	—	—	17	18
219	—	—	—	18	18
220	2h. 25′	—	—	20	20

Ueberblickt man die vorstehende Tabelle, so sieht man zunächst, dass die mittlere Geschwindigkeit des Signals nach dem Ende des Versuchs zu allmählich bis etwa auf die Hälfte abnimmt. Da diese allmähliche Verlangsamung auch in Versuchen ohne Reizung mit ungefähr derselben Schnelligkeit wie hier eintreten kann, darf man sie nicht auf Ermüdung durch Reizung beziehen. Man sieht ferner aus der Tabelle, dass bei gleichem Rollenabstand die Erregung durch den Schliessungsinductionsschlag weniger stark und von etwas kürzerer Dauer ist, als die Erregung durch den Oeffnungsschlag. Auch ist deutlich, dass mit zunehmender Entfernung der secundären von der primären Spirale, sowol bei Schliessungs- als bei Oeffnungsreizung die Stärke und Dauer der Erregung abnimmt. Ueber die Dauer des Stadiums der latenten Reizung und deren Abhängigkeit von der Stromstärke giebt die Tabelle nur wenig Aufschluss. Doch sieht man so viel, dass der erste Millimeter der Bahnstrecke unmittelbar nach der Reizung mit Schliessungsschlag in derselben Zeit wie unmittelbar vor der Reizung, nach Reizung mit dem Oeffnungsschlag dagegen rascher als unmittelbar vorher zurückgelegt wird. Beim Verfolgen des Signals mit dem Auge sieht man im letzteren Fall auch, dass erst nachdem schon

ein Theil des ersten Millimeters der Bahn durchlaufen ist, eine deutliche, fast plötzliche Beschleunigung eintritt. Was den weiteren Verlauf der Erregung angeht, so ergiebt sich, dass die Stärke der Bewegung im Allgemeinen rasch ihr Maximum erreicht. Auf diesem pflegt sie sich mehrere Secunden lang zu halten, um dann langsam abzunehmen. Es wird aber, wie die Tabelle zeigt, das Stadium der steigenden Energie desto länger, das der sinkenden desto kürzer, je schwächer der Reiz war. Beide Stadien können schliesslich ungefähr gleich lang werden.

Man könnte den Gang der Erregung durch eine Curve ausdrücken, deren Abscissen die Zeiten vom Moment der Reizung an, deren Ordinaten die entsprechenden Geschwindigkeiten des Signals an der gereizten Stelle darstellen. Es geht dann aus Versuch II hervor, dass die Form und Ausdehnung dieser Curve wesentlich abhängt von der Stärke des reizenden Stromes, d. h. von der Grösse der Dichtigkeitsschwankungen desselben. Die Curve steigt um so früher und um so steiler, und sinkt um so langsamer je grösser die Dichtigkeitsschwankung war. Auch das Maximum der Erhebung der Curve liegt bei grösseren Stromschwankungen im Allgemeinen höher. Es giebt indessen ein absolutes Maximum, welches bei weiterer Steigerung der Reizstärke nicht überschritten wird. Die Grösse dieses Maximums hängt von dem Zustande der Flimmerzellen ab. Schon vor der Reizung können nämlich die Flimmerzellen auf der höchsten Stufe der Thätigkeit sein. Diess ist fast bei jeder ganz frischen Rachenschleimhaut vom Frosch unmittelbar nach der Präparation der Fall, wenn man den Glastrog, in dem die Haut ausgespannt wird, mit einer möglichst indifferenten Flüssigkeit gefüllt hatte. Die Geschwindigkeit des Signals betrug dann in meinen Versuchen oft einen Millimeter in der Secunde. Schickte ich nun in einem solchen Falle einen Inductionsschlag von beliebiger Stärke durch die Membran, so trat keine weitere Beschleunigung der Bewegung ein. Wurde die Membran vor der Reizung so lange liegen gelassen, bis die Schnelligkeit der Bewegung sich bis auf 0,2 Mm. in der Secunde verlangsamt hatte, dann war das Maximum bis zu welchem die Bewegung durch einen einzelnen Inductionsschlag wieder beschleunigt werden konnte, 0,4 — 0,5 Mm. in der Secunde. Hierzu reichte ein Oeffnungsschlag des mit 4 grossen Grove's in Verbindung stehenden Schlittenapparats aus, als der Rollenabstand 30 Mm. betrug. Auch als die Rollen ganz aufgeschoben waren, wurde keine stärkere Beschleunigung erreicht, und ebensowenig vermochten diess die starken Oeffnungsschläge eines kleinen und eines grossen Ruhmkorff'schen Apparats, durch deren primäre Spiralen die Ströme von 4 grossen Grove'schen

Elementen gingen. Ist die Thätigkeit der Cilien vor der Reizung noch weiter gesunken, — sei es nun durch längeres Liegen in mehr indifferenten Flüssigkeiten, oder durch kürzere Einwirkung von etwas zu stark concentrirten Kochsalzlösungen —, dann liegt das Maximum bis zu welchem die Schnelligkeit des Signals durch einen einzelnen Inductionsschlag gesteigert werden kann, noch viel niedriger als bei frischen Schleimhäuten. Auch scheint der Verlauf der Erregung dann ein anderer zu sein. Es wäre interessant, zu untersuchen, wie bei Zellen, deren Bewegung durch verschiedene chemische oder physikalische Einflüsse verlangsamt oder zur Ruhe gebracht ist, die Erregung durch einen einzelnen Inductionsschlag verläuft, und in welcher Weise sich in diesen verschiedenen Fällen die Grösse und der zeitliche Verlauf der Erregung mit der Grösse der reizenden Dichtigkeitsschwankung ändert. Ich habe mich indess im Vorstehenden darauf beschränkt, für Flimmerzellen die sich unter verhältnissmässig normalen Bedingungen befinden, die Form der Erregungscurve und ihre Abhängigkeit von der Grösse der Stromschwankung wenigstens annäherungsweise zu bestimmen.

Es war zu erwarten, dass auch die Schnelligkeit, mit der die reizende Stromesschwankung verläuft, von Einfluss auf die Erregung sein würde. Diess zeigte sich deutlich in Versuchen mit Inductionsschlägen von sehr verzögertem Verlauf. Letztere wurden dadurch erhalten, dass die secundäre Spirale eines du Bois'schen Schlittenapparats bei geschlossenem primären Strom und feststehendem Hammer rasch auf- oder abgeschoben wurde. Selbst als im primären Kreis vier grosse Grove'sche Elemente sich befanden und das Verschieben der Rollen (von 15 oder 10 Cent. Abstand auf 0 oder umgekehrt) mit grösstmöglicher Geschwindigkeit (in höchstens einer Viertelsecunde) ausgeführt wurde, war es nicht möglich, eine Beschleunigung der Bewegung zu erwecken. Wurde dann bei einem festen Rollenabstand von 8 Cent. der primäre Strom plötzlich geöffnet, so trat starke Beschleunigung ein, und dasselbe, wenngleich etwas schwächer, bewirkte die Schliessung bei dem nämlichen Rollenabstand. Viel stärker noch war der Erfolg der plötzlichen Schliessung und Oeffnung bei 0 Mm. Abstand. Aus diesen Versuchen, welche nach beiden oben beschriebenen Methoden, mit und ohne Mikroskop, angestellt wurden, folgt, dass bedeutende elektrische Dichtigkeitsschwankungen nicht erregend wirken, wenn sie langsam verlaufen. Das genauere Verhältniss der Abhängigkeit, welches besteht zwischen Grösse und Verlauf der Erregung und der Schnelligkeit, mit der die reizende Stromschwankung abläuft, ist durch weitere Versuche erst zu ermitteln.

Wir gehen jetzt zur Schilderung des Einflusses über, welchen der constante Strom auf die Flimmerbewegung ausübt.

Schickt man durch eine ausgespannte Rachenschleimhaut, oder durch ein in der Gaskammer liegendes Stück derselben einen mässig starken, oder starken constanten Strom (2 Daniell's u. m.), so beginnt spätestens einige Secunden nach der Schliessung des Stromes die Bewegung sich zu beschleunigen und erreicht bald ein Maximum. Hiernach sinkt sie langsam auf die anfängliche Höhe zurück und hält sich auf dieser so lange der Strom geschlossen bleibt. Wird dann geöffnet, so erfolgt wieder eine anfangs zunehmende, bald aber nachlassende Beschleunigung. Man unterscheidet also hier wie bei der Erregung durch einen einzelnen Inductionsschlag drei Stadien: das der latenten Reizung, das der steigenden und das der sinkenden Energie. Folgender Versuch diene zur Erläuterung.

Versuch III. Rachenschleimhaut im Glastrog ausgespannt, der mit Kochsalz von 0,5 % gefüllt ist. Die Bahnstrecke, welche das Signal durchläuft, ist 4 Mm. lang und genau in der Mitte zwischen den beiden Elektroden gelegen. Die Zeit in welcher jeder einzelne Millimeter vom Signal zurückgelegt wird, ist in Secunden angegeben. Die Elektroden sind in einem Abstand von 1 Cent. oben und unten mit breiter Fläche auf die Schleimhaut aufgesetzt. Die Reizungsdrähte führen rückwärts zu einem Schlüssel, zu einer Pohl'schen Wippe (mit eingelegtem Kreuze) und von da zu den Polen einer Kette von 8 hintereinander verbundenen Daniell'schen Elementen. Schliessung und Oeffnung geschehen stets in dem Moment, wo das Signal vom Anfangspunct der Bahn abgeht. — Vor Beginn der Reizung hatte die Membran über eine Stunde lang im feuchten Raume gelegen und war wiederholt von Schleim befreit worden. Die Geschwindigkeit der Signalbewegung war in der letzten halben Stunde vor der Reizung ziemlich constant gewesen, hatte im ganzen jedoch etwas zugenommen.

Tabelle III.

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Reiz.	Zeit in Secunden für den			
			ersten Millimeter.	zweiten Millimeter.	dritten Millimeter.	vierten Millimeter.
1	2h. 18′	—	6	5	5	4
2	—	—	5,5	5	5	4
3	—	—	6	5	5	4
4	—	—	6	5	4	4
5	—	—	6	5	4,5	4
6	2h. 20′	Schliessung	5	3	2	2
7	—	—	4	4	3	3
8	—	—	4	3,5	3	3

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Reiz.	Zeit in Secunden für den ersten Millimeter.	zweiten Millimeter.	dritten Millimeter.	vierten Millimeter.
9	—	—	4	4	3	3
10	—	—	4,5	5	3	3
11	—	—	5	6	4	4
12	—	—	5	5	4	4
13	—	—	5	5	4	4
14	—	—	5	5	4	4
15	—	—	5	6	4	4
16	—	—	4	5	4	4
17	—	—	5	4	4	4
18	—	—	5	5	4	4
19	—	—	5	5	4	4
20	2 h. 25′	Oeffnung	4	3,5	3,5	3
21	—	—	4	4	4	4
22	—	—	4	4	4	4
23	—	—	4	4	4	4
24	2 h. 27′	—	4	4	4	4
25	—	—	5	4,5	4	4
26	—	—	5,5	4,5	4	4
27	—	—	7	6	5	4
28	—	—	6	6	5	4
29	—	—	6	6	4,5	4
30	—	—	6	5	4	4
31	—	—	5,5	5,5	5	4
32	—	—	5	5	4	4
33	—	—	4,5	5	4	4
34	—	—	5	5	4	4
35	—	—	5	4,5	4	4
36	—	—	5,5	5	4	4
37	—	—	5,5	5	4	4
38	—	—	5	5	4	4
39	—	—	5,5	5	4	4
40	—	—	6	5	4	4
41	2 h. 35′	Schliessung	5	2	2	2
42	—	—	2	2,5	2	2
43	—	—	3	3	2	2
44	—	—	3,5	3,5	2,5	2
45	—	—	4	4	3,5	3,5
46	—	—	4,5	4	3,5	3
47	—	—	5	4	4	3,5
48	—	—	5	4,5	4	4
49	—	—	5	4,5	4	4
50	—	—	5	4,5	4	4
51	—	—	5	4,5	4	4
52	—	—	5	5	4	4

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Reiz.	Zeit in Secunden für den ersten Millimeter.	zweiten Millimeter.	dritten Millimeter.	vierten Millimeter.
53	—	—	5	5	4	4
54	—	—	5	5	4	4
55	2 h. 40′	Oeffnung	4	3	3	3
56	—	—	5	4	4	4
57	—	—	6	5	4	4
58	—	—	7	6	5	4
59	—	—	7	5	5	4
60	—	—	6	4,5	4,5	4
61	—	—	5,5	5	4,5	4
62	—	—	6	5	4,5	4
63	—	—	6	5	4	4
64	—	—	6	5	4	4
65	2 h. 45′	Schliessung	5	3	2	2
66	—	—	2,5	2,5	2	2
67	—	—	3	2,5	2,5	2
68	—	—	4	4	2,5	2,5
69	—	—	4	4	3	3
70	—	—	4	4	3,5	3,5
71	—	—	5	5	4	4
72	—	—	5	4	4	4
73	—	—	5	4,5	4	4
74	—	—	5	5	4	4
75	—	—	6	5,5	4,5	4
76	—	—	5	5	4	4
77	—	—	5	5	4	4
78	—	—	5,5	5	4	4
79	2 h. 50′	Oeffnung	5	3	3	3
80	—	—	4	4	4	4
81	—	—	5	4,5	4	4
82	—	—	5,5	5	4,5	4
83	—	—	6	5	5	4
84	—	—	5,5	5	4,5	4
85	—	—	5	5	4	4
86	—	—	5	5	4	4
87	—	—	5	5	4	4
88	—	—	5,5	5	4	4
89	—	—	5	5	4	4
90	—	—	5	5	4	4
91	2 h. 56′	Schliessung	4,5	2	1,5	1
92	—	—	2	2	2	2
93	—	—	4	4	3,5	3
94	—	—	4	4	3	3
95	2 h. 58′	—	4	4	3,5	3,5
96	—	—	4	4	3,5	3,5

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Reiz.	Zeit in Secunden für den			
			ersten Millimeter.	zweiten Millimeter.	dritten Millimeter.	vierten Millimeter.
97	—	—	5	4,5	4	4
98	—	—	5	4,5	4	4
99	—	—	5	5	4	4
100	—	—	5	5	4	4
101	—	—	5	4,5	4	4
102	—	—	5	5	4	4,5
103	—	—	5,5	5	4	4
104	—	—	6	5	4	4
105	—	—	6	5	5	4
106	—	—	5,5	5	4	4
107	—	—	6	5	4	4
108	—	—	6	5	4	4,5
109	—	—	5,5	5	4	4,5
110	3h. 3′	Oeffnung	5	3	3	4
111	—	—	4	5	5	4,5
112	—	—	6	7	6	6
113	—	—	5	6	5	5
114	—	—	6	6	5	5
115	3h. 6′	—	6,5	6	5	5
116	—	—	5,5	5	5	5
117	—	—	5	5	4	4,5
118	—	—	6	7	5	4
119	—	—	6	6	5	4
120	—	—	5	5	4	4
121	—	—	6	5	5	4,5
122	—	—	5,5	5,5	4,5	4
123	3h. 10′	—	5,5	5,5	4,5	4,5
124	—	—	5,5	5,5	4,5	4,5
125	3h. 11′	Schliessung	4,5	2	2	2
126	—	—	2,5	2,5	2,5	2
127	—	—	4	4	3	3
128	—	—	4,5	4,5	4	4
129	—	—	6	6	4	4,5
130	—	—	6,5	6,5	5,5	5,5
131	—	—	6	5	5	5
132	—	—	7	6	6	6
133	3h. 15′	—	7	6	6	6
134	—	—	8	7	6	5,5
135	—	—	8	7	6	6
136	3h. 17′	Oeffnung	6	4	6	6
137	3h. 25′	—	7	5	5	5
138	—	—	8	6	5	5
139	—	—	8,5	6	5,5	5
140	—	—	8,5	8	6	6

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Reiz.	Zeit in Secunden für den			
			ersten Millimeter.	zweiten Millimeter.	dritten Millimeter.	vierten Millimeter.
141	—	—	9	7,5	6	5,5
142	—	—	8	6	5	6
143	—	—	8	6	6	6,5
144	3 h. 28′	Schliessung	5	2	2	2
145	—	—	3,5	3,5	3,5	3
146	—	—	5	5	4	4,5
147	—	—	6	5	5	5
148	—	—	6,5	5	5,5	6
149	—	—	8	6	5	5,5
150	—	—	8	7	6	5,5
151	3 h. 32′	—	9	7	6	5

Der vorstehende Versuch bedarf nur weniger Worte zur Erläuterung. Deutlich sieht man, dass nach jeder Schliessung und Oeffnung eine auffallende Beschleunigung der Bewegung eintritt. Der Verlauf dieser Beschleunigung stimmt ganz überein mit dem Verlauf der Erregung durch einen starken Inductionsschlag: erst rasches Steigen, dann langsames Sinken der Energie.

Eine Vergleichung der für die Schliessungserregung gefundenen mit den für die Oeffnung ermittelten Zahlen lehrt, dass die S c h l i e s s u n g e i n s t ä r k e r e r R e i z a l s d i e O e f f n u n g ist. Sowohl das Maximum der Schnelligkeit, welches im Verlauf der Erregung erreicht wird, als die Dauer der Erregung ist grösser nach der Schliessungs- als nach der Oeffnungsreizung. Das Maximum der mittleren Geschwindigkeit des Signals beträgt im vorstehenden Versuch, nach der Schliessung mindestens 0,5 Mm., in einem Fall sogar 1 Mm. in der Secunde, nach der Oeffnung höchstens 0,33 Mm. Nach der Schliessung dauert es wenigstens anderthalb bis zwei Minuten, ehe die anfängliche Schnelligkeit ungefähr wieder erreicht ist: nach der Oeffnung höchstens eine Minute, in der Regel etwa eine halbe Minute. Nachdem die Schliessungserregung vorbei ist, bleibt die Schnelligkeit des Signals, so lange der Strom durch die Membran fliesst, ziemlich constant, und zwar ungefähr eben so gross als sie vor der Schliessung war. Doch scheint es in einigen Fällen als ob auch noch eine schwache Erregung durch den Strom von beständiger Dichte stattfände. Vergleicht man z. B. die Zahlen der Beobachtungen 15—19 und 50—54 mit denen der Beobachtungen 36—40, oder die von 50—54 und 73—78 mit denen von 60—64, so zeigt

sich ein kleiner Unterschied zu Gunsten der Beobachtungen, während welcher der Strom durch das Präparat floss. Nicht bemerkbar ist dieses Verhältniss in den Beobachtungen 86 — 90 und 120 — 124, wie ein Vergleich mit den Beobachtungen 73 — 78 und 105 — 109 lehrt.

Der Verlauf und selbst die Grösse der einzelnen Schliessungserregungen ist im vorliegenden Versuch in den meisten Fällen gleich. Doch ist die erste Schliessungserregung (Beobachtung 6 u. f.) etwas weniger stark und von kürzerer Dauer als die folgenden (Beobachtung 41 u. f. und 65 u. f.). Die grösste Schnelligkeit wird nach der vierten Schliessung erreicht. Aber selbst nach der letzten Schliessung, wo die Bewegung im Ganzen schon langsamer geworden ist, ist die Beschleunigung noch etwas grösser als nach der ersten Schliessung. Auch die Zahlen für die Oeffnungserregung sind in den einzelnen Versuchen, mit Ausnahme des letzten, ungefähr dieselben. Nach dem Ablaufe der Oeffnungserregung sinkt die Schnelligkeit in einigen Fällen tiefer als sie vorher war und hebt sich dann wieder auf etwa die anfängliche Höhe. —

Die Erregung ist auf allen vier Millimetern der Bahn nach Schliessung wie nach Oeffnung nahezu gleich gross. Dass die Zeiten für den letzten und vorletzten Millimeter stets etwas kleiner sind als die für die beiden ersten, beweist nicht, dass auf diesen Strecken die Energie der Flimmerhaare grösser war, sondern kann auch daraus erklärt werden, dass das Signal mit sehr wenig Widerstand sich fortbewegte. Wenn die Thätigkeit der Cilien auf allen Puncten der Bahn gleich energisch war, musste sich das Signal dann doch mit beschleunigter Geschwindigkeit vorwärts bewegen. Man kann in allen ähnlichen Fällen durch Heben oder Senken des Signals den Widerstand, der namentlich auf der Reibung des Signals an der Oberfläche der Zellen beruht, so reguliren, dass die Bewegung eine beschleunigte oder eine mehr constante ist. In andern Fällen ist aber wirklich die Energie der Cilien auf verschiedenen Strecken der Bahn verschieden gross. Um diese Unterschiede zu finden, muss man aber sorgen, dass das Signal am Anfang jeder Strecke die gleiche Geschwindigkeit z. B. null habe.

Die Erregung ist laut Versuch III in der Nähe der Elektrode nicht anders, als in einiger Entfernung davon, und diess war immer der Fall, wenn die Elektroden in der ganzen Breite der Membran aufgesetzt waren. Da der Querschnitt der intrapolaren Strecke auf allen Stellen ungefähr derselbe war, musste dann auch die Dichtigkeit des Stromes auf allen zwischen den Elektroden gelegenen Puncten ungefähr gleich sein. Anders ist es, wenn die Elektroden die Membran spitz berührten. Hier ist dann jedesmal in der Nähe der Elektroden

die Erregung am grössten und bei schwachen Strömen findet sie dann dort allein statt.

Auch die Richtung des constanten Stromes scheint nach Versuch III ohne Einfluss auf die Grösse und den Verlauf der Erregung zu sein. In den ersten Versuchen floss der Strom gleichsinnig, d. h. in derselben Richtung, in welcher sich das Signal bewegte; in den Beobachtungen Nr. 144 u. flg. floss er ungleichsinnig. Die Erregung war im letzteren Falle ebensogross und von demselben Verlaufe wie in den ersteren.

Zum Beweis, dass die Stromesrichtung ohne merklichen Einfluss ist, diene noch der folgende Versuch.

Versuch IV. Rachenschleimhaut, in Kochsalz von 0,5 % ausgespannt. Die Bahn ist 2 Mm. lang und liegt dicht an der unteren Elektrode, bei gleichsinnigem Strome also an der Kathode, bei ungleichsinnigem an der Anode. — Constanter Strom von 8 hintereinander verbundenen Daniell'schen Elementen. — Die Schleimhaut hatte vor Beginn des Versuches zwei Stunden lang gelegen. Die Schnelligkeit des Signals war in dieser Zeit wegen reichlicher Schleimproduction ziemlich unregelmässig gewesen, hatte im Ganzen aber ungefähr von 0,1 Mm. auf 0,05 Mm. in der Secunde abgenommen. —

Tabelle IV.

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Reiz.	Zeit in Secunden für zwei Millimeter.	Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Reiz.	Zeit in Secunden für zwei Millimeter.
1	1 h. 50′	—	27	18	—	—	30
2	—	—	27	19	—	—	27
3	—	—	34	20	—	—	25
4	—	—	32	21	—	—	25
5	—	—	30	22	2 h. 8′	Oeffnung	18
6	1 h. 58′	—	32	23	—	—	17
7	—	—	36	24	—	—	21
8	—	—	34	25	—	—	19
9	2 h.	Schliessung gleichsinnig	23	26	—	—	19
				27	—	—	20
10	—	—	32	28	—	—	19
11	—	—	33	29	—	—	20
12	—	—	30	30	—	—	19
13	—	—	24	31	—	—	21
14	—	—	22	32	—	—	22
15	—	—	21	33	—	—	21
16	—	—	21	34	—	—	22
17	—	—	23	35	—	—	23

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Reiz.	Zeit in Secunden für zwei Millimeter.	Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Reiz.	Zeit in Secunden für zwei Millimeter.
36	—	—	26	79	—	—	25
37	—	—	26	80	—	—	25
38	—	—	28	81	—	—	23
39	—	—	30	82	—	—	31
40	—	—	28	83	—	—	25
41	—	—	28	84	—	—	25
42	—	—	28	85	—	—	25
43	—	Schliessung gleichsinnig	15	86	—	Schliessung gleichsinnig	14
44	—	—	17	87	—	—	22
45	—	—	25	88	—	—	28
46	—	—	30	89	—	—	26
47	—	—	32	90	—	—	27
48	—	—	30	91	—	—	25
49	—	—	31	92	—	—	25
50	—	—	28	93	2 h. 45′	—	25
51	—	—	29	94	—	—	28
52	—	Oeffnung	26	95	—	—	30
53	—	—	22	96	—	—	29
54	—	—	21	97	2 h. 48′	Oeffnung	22
55	—	—	20	98	—	—	19
56	—	—	18	99	—	—	22
57	—	—	19	100	—	—	19
58	—	—	19	101	—	—	20
59	—	—	18	102	2 h. 50′	—	22
60	—	—	17	103	—	—	21
61	—	—	18	104	—	—	22
62	—	—	19	105	—	—	23
63	—	—	20	106	—	—	21
64	—	—	20	107	2 h. 52′	—	23
65	—	—	20	108	—	—	21
66	—	—	20	109	—	—	21
67	—	—	20	110	—	—	23
68	—	—	20	111	—	—	23
69	—	—	21	112	2 h. 54′	—	25
70	—	—	20	113	—	—	25
71	2 h. 32′	—	20	114	—	—	25
72	—	—	20	115	2 h. 55′	Schliessung ungleich-sinnig	16
73	—	—	21				
74	—	—	22				
75	—	—	22	116	—	—	25
76	—	—	23	117	—	—	28
77	—	—	23	118	—	—	30
78	—	—	24	119	—	—	28

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Reiz.	Zeit in Secunden für zwei Millimeter.	Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Reiz.	Zeit in Secunden für zwei Millimeter.
120	—	—	27	135	—	—	25
121	—	—	27	136	—	—	32
122	—	—	28	137	—	—	38
123	2 h. 59′	Oeffnung	24	138	—	—	35
124	—	—	23	139	3 h. 5′	Oeffnung	30
125	—	—	23	140	—	—	35
126	—	—	23	141	—	—	38
127	—	—	25	142	—	—	36
128	—	—	24	143	3 h. 10′	Schliessung gleichsinnig	24
129	—	—	26				
130	—	—	29	144	—	—	38
131	—	—	30	145	—	—	37
132	—	—	30	146	—	—	40
133	—	—	30				
134	3 h. 3′	Schliessung ungleich-sinnig	20				

Trotz der Unregelmässigkeiten, welche die Zahlen in diesem Versuche zeigen und deren Grund in der anhaltenden Schleimproduction der Membran gesucht werden musste, offenbart sich auch hier wieder, dass Schliessung des Stromes stärker, Oeffnung schwächer erregt. Die Grösse der Erregung — durch den Schnelligkeitszuwachs gemessen, welchen die Bewegung des Signals in der ersten Beobachtung nach der Reizung erhält — ist fast dieselbe bei gleichsinnig gerichtetem wie bei ungleichsinnigem Strome. Der Unterschied, der zu Gunsten des gleichsinnigen Stromes zu bestehen scheint, ist so gering, dass er innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler und der normalen Schwankungen liegt. — Die Grösse der Erregung nimmt bei den späteren Reizungen mehr und mehr ab, während zugleich auch die Energie der Bewegung ausser der Reizung sinkt. — Während des Geschlossenseins des Stromes findet in Versuch IV offenbar keine Erregung statt. Die Zahlen sprechen eher dafür, dass hier die Energie der Cilien durch den Strom von beständiger Dichte herabgesetzt ward. Doch ist auch diess Verhältniss nicht constant und erklärt sich in der eben angeführten Weise.

Es wurden nun auch Versuche angestellt, in welchen der constante Strom rechtwinklig und unter verschiedenen schiefen Winkeln zur Richtung der Flimmerströmung durch die Ebene der Membran

geschickt wurde. In allen Fällen zeigte sich Schliessungs- und Oeffnungserregung; ein deutlicher Einfluss der Stromrichtung auf Grösse und Verlauf der Erregung war aber nicht nachzuweisen. Allein die Grösse und Schnelligkeit der Stromschwankung und der Zustand der Flimmerzellen bestimmte den Erfolg.

Bedeutungsvoll schien die Frage nach der Abhängigkeit der Wirkung des constanten Stromes von der Stromstärke. Hierüber wurde an Membranen, die in Serum oder Kochsalz von 0,5 — 1 % lagen, Folgendes ermittelt. Bei jeder Stromstärke findet deutliche Erregung nur durch die Schliessung und durch die Oeffnung des Stromes statt. Während des Durchfliessens erregt der Strom nicht, falls er nicht äusserst stark ist. In diesem Falle beruht Beschleunigung der Bewegung auf Erwärmung der Membran durch den Strom. — Die Grösse der Erregung nimmt mit der Stromstärke bis zu einem Maximum zu, dessen Höhe von den gesammten Bedingungen abhängt, unter welchen sich die Flimmerzellen befinden. Das Stadium der latenten Reizung und das der steigenden Energie ist um so kürzer, das der sinkenden Energie um so länger, je stärker der Strom war. In allen Fällen wirkt die Schliessung stärker als die Oeffnung. Bei keiner Stromstärke ist ein Einfluss der Stromesrichtung deutlich. Die Erregung findet stets an allen Stellen der intrapolaren Strecke statt.

Um den Einfluss der Stromstärke zu untersuchen, ist es, wie schon bei Reizung mit einzelnen Inductionsschlägen, nöthig, solche Membranen auszuwählen, deren Schleimproduction gering ist. Nur bei diesen bleibt die Schnelligkeit des Signals längere Zeit constant genug, um eine Entscheidung darüber zu erlauben, ob kleine Aenderungen der Schnelligkeit wirklich als Folgen schwacher Reizung aufgetreten seien. — Ferner darf die Energie der Bewegung beim Beginn des Versuchs nicht mehr gross sein. Je näher sich die noch nicht gereizten Zellen schon am Maximum ihrer Thätigkeit befinden, um so geringer pflegt die Beschleunigung durch eine bestimmte Stromschwankung auszufallen. Bei einer Geschwindigkeit unseres Signals von 0,5 bis 1 Mm. in der Secunde wurde weder durch schwache noch durch starke Ströme Beschleunigung bewirkt. Die Energie darf aber auch nicht zu weit gesunken sein, weil in diesem Falle schwache Reizung keine Beschleunigung mehr hervorbringt. Auch ist dann meist die Geschwindigkeit des Signals ziemlich unregelmässig. Am günstigsten scheinen Membranen zu sein, auf welchen die Geschwindigkeit des Signals bei möglichster Verringerung der Widerstände ungefähr auf 0,1 bis 0,15

Mm. in der Secunde abgenommen hatte. Je langsamer die Abnahme der Bewegung vor sich gegangen war, um so geeigneter pflegte das Präparat zu sein. Darum sind Membranen, die in Serum oder Kochsalz von 0,5 % liegen, brauchbarer als solche in Kochsalz von 1 % und darüber. Ich lasse zur Erläuterung des Einflusses der Stromstärke einen Versuch folgen.

Versuch V. Rachenschleimhaut in Kochsalz von 0,5 % seit einer Stunde ausgespannt. Die vom Signal durchlaufene Bahn war 3 Mm. lang und dicht an der unteren Elektrode gelegen. Die Elektroden sind in einem Abstande von 1 Cent. oben und unten breit auf die Schleimhaut aufgesetzt. Die Reizungsdrähte führten von den Elektroden rückwärts zu einem Schlüssel, einer Wippe mit eingelegtem Kreuze und von da zur Kette. Diese bestand aus einem oder mehreren hintereinander verbundenen DANIELL'schen Elementen.

Tabelle V.

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Zahl der Elemente.	Reiz.	Zeit in Secunden für den ersten Millimeter.	zweiten Millimeter.	dritten Millimeter.
1	11 h. 22′	—	—	6	5	5
2	—	—	—	6	5	5
3	—	—	—	6	5	5
4	11 h. 24′	—	—	6	5	5
5	11 h. 25′	1	Schliessung (ungleichsinnig)	6	5	5
6	—	—	—	6	5	5
7	—	—	—	6	5	5
8	—	—	—	6	5	5
9	11 h. 27′	—	Oeffnung	6	5	5
10	—	—	—	6	5	5
11	—	—	—	6	5	5
12	—	—	—	6	5	5
13	11 h. 29′	1	Schliessung (gleichsinnig)	6	5	5
14	—	—	—	6	5	5
15	—	—	—	6	5	5
16	—	—	—	6	5	5
17	11 h. 31′	—	Oeffnung	6	5	5
18	—	—	—	6	5	5
19	11 h. 32′	—	—	6	5	5
20	11 h. 35′	—	—	6	6	6
21	—	—	—	6	6	6
22	—	—	—	6	6	6

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Zahl der Elemente.	Reiz.	Zeit in Secunden für den ersten Millimeter.	zweiten Millimeter.	dritten Millimeter.
23	11 h. 37′	2	Schliessung (gleichsinnig)	6	5	5
24	—	—	—	5	4	4
25	—	—	—	5	4,5	4
26	11 h. 39′	—	—	5	5	5
27	—	—	—	5,5	5	5
28	—	—	—	6	5,5	5,5
29	—	—	—	6	5	5
30	—	—	—	6	5,5	5,5
31	11 h. 42′	—	Oeffnung	6	5,5	5,5
32	—	—	—	6	6	6
33	—	—	—	6	6	6
34	—	—	—	6	6	6
35	—	—	—	6	6	6
36	—	2	Schliessung (gleichsinnig)	6	5	4,5
37	11 h. 47′	—	—	5	4,5	4
38	—	—	—	5	4,5	4,5
39	—	—	—	5,5	5	5
40	—	—	—	6	5,5	5
41	—	—	—	6	6	6
42	—	—	—	6	6	6
43	11 h. 50′	—	Oeffnung	6	5,5	5,5
44	—	—	—	6	6	6
45	—	—	—	6	6	6
46	—	—	—	6	6	6
47	11 h. 52′	2	Schliessung (ungleichsinnig)	6	5,5	5,5
48	—	—	—	5,5	5	5
49	11 h. 53′	—	—	5	5	5
50	—	—	—	5	5	5
51	—	—	—	6	6	6
52	—	—	—	6	6	6
53	11 h. 55′	—	Oeffnung	6	6	5,5
54	—	—	—	5,5	5,5	5
55	—	—	—	5,5	5	5
56	—	—	—	5,5	5,5	5
57	—	—	—	6	5,5	5,5
58	—	—	—	6	6	6
59	12 h.	2	Schliessung (gleichsinnig)	6	5	4
60	—	—	—	5	4,5	4
61	—	—	—	5	4	4
62	—	—	—	5	4	4

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Zahl der Elemente.	Reiz.	Zeit in Secunden für den ersten Millimeter.	zweiten Millimeter.	dritten Millimeter.
63	—	—	—	5,5	4,5	4,5
64	—	—	—	5,5	5	5
65	—	—	—	6	5	5
66	—	—	—	6	5	5
67	—	—	—	6	6	6
68	12 h. 5′	—	Oeffnung	6	6	6
69	—	—	—	7	6	6
70	12 h. 6′	—	—	7	6,5	6,5
71	—	—	—	7	6,5	6,5
72	12 h. 15′	—	—	7	7	7
73	—	—	—	7	7	7
74	12 h. 16′	2	Schliessung (ungleichsinnig)	7	6	5
75	—	—	—	5,5	4,5	4,5
76	—	—	—	5	4,5	4
77	—	—	—	6	5	5
78	—	—	—	6	5,5	5
79	—	—	—	5,5	5,5	5,5
80	12 h. 19′	—	—	5,5	5,5	5
81	—	—	—	6	6	5
82	—	—	—	5,5	5,5	5
83	—	—	—	5,5	5,5	5,5
84	12 h. 21′	—	Oeffnung	5,5	5	4,5
85	—	—	—	5	5	4
86	—	—	—	5	5	5
87	—	—	—	5,5	5,5	5
88	—	—	—	5,5	5	5
89	—	—	—	6	5,5	5
90	12 h. 24′	—	—	6	6	6
91	—	—	—	6	6	6
92	—	—	—	7	6	6
93	—	—	—	7	6	6
94	12 h. 26′	—	—	6,5	6	6
95	—	2	Schliessung (ungleichsinnig)	6	5	4,5
96	—	—	—	5	5	5
97	—	—	—	6	6	6
98	—	—	—	6	6	6
99	12 h. 29′	—	Oeffnung	6	6	5,5
100	—	—	—	6	5,5	5,5
101	—	—	—	6	6	6
102	—	—	—	6	5,5	5,5
103	12 h. 31′	—	—	6	5,5	5,5
104	12 h. 34′	—	—	7	6	6

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Zahl der Elemente.	Reiz.	Zeit in Secunden für den ersten Millimeter.	zweiten Millimeter.	dritten Millimeter.
105	—	—	—	7	6	6
106	12 h. 35′	4	Schliessung (gleichsinnig)	6	4	3,5
107	—	—	—	4,5	4,5	4
108	—	—	—	5	4,5	4,5
109	—	—	—	5	5	5
110	—	—	—	5	5	5
111	—	—	—	6	5,5	5
112	—	—	—	6	6	6
113	12 h. 39′	—	Oeffnung	6	5,5	5,5
114	—	—	—	6	6	6
115	—	—	—	7	7	7
116	—	—	—	8	8	8
117	—	—	—	8	8	8
118	12 h. 41′	4	Schliessung (ungleichsinnig)	7	5	5
119	—	—	—	5	4,5	4,5
120	—	—	—	4,5	4	4
121	—	—	—	5	5	5
122	—	—	—	6	6	6
123	12 h. 44′	—	Oeffnung	6	5,5	5,5
124	—	—	—	5,5	5,5	5,5
125	—	—	—	6	5,5	5,5
126	—	—	—	6	6	6
127	12 h. 46′	—	—	6	6	6
128	1 h. 50′	—	—	6	6	6
129	—	—	—	6	6	6
130	—	4	Schliessung (ungleichsinnig)	5	4	4
131	—	—	—	4	4	3,5
132	—	—	—	5	5	5
133	—	—	—	5,5	5,5	5,5
134	—	—	—	6	6	6
135	—	—	—	6	6	6
136	—	—	Oeffnung	6	5,5	5
137	—	—	—	5,5	5,5	6
138	—	—	—	6	7	7
139	—	—	—	6,5	6,5	6,5
140	—	—	—	7	7	7
141	1 h. 57′	4	Schliessung (gleichsinnig)	6	5	5
142	—	—	—	5	4,5	5
143	—	—	—	5	5	5
144	—	—	—	6	5,5	5,5

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Zahl der Elemente.	Reiz.	Zeit in Secunden für den ersten Millimeter.	zweiten Millimeter.	dritten Millimeter.
145	—	—	—	6	6	6
146	—	—	—	6,5	6,5	6,5
147	—	—	—	7	7	7,5
148	—	—	—	7	7	7
149	2 h. 1′	—	Oeffnung	7	6,5	7
150	—	—	—	7	7	7
151	—	—	—	8	8	7
152	—	—	—	8	7	8
*153	—	—	—	6,5	6	6,5
154	—	—	—	6	6	7
155	—	—	—	6,5	6,5	6,5
156	2 h. 4′	—	—	6	6	6
157	—	—	—	6	6	6
158	2 h. 8′	—	—	6	6	6
159	—	8	Schliessung (gleichsinnig)	5	4,5	4
160	—	—	—	4,5	4	3,5
161	—	—	—	5	5	5
162	—	—	—	5,5	5,5	6
163	—	—	—	6	7	6
164	—	—	—	7	8	8
165	—	—	—	9	10	10
166	—	—	—	10	11	12
167	—	—	—	10	13	14
168	—	—	—	10	11	12
169	—	—	—	9	9	10
170	—	—	—	8	8	10
171	—	—	—	8	9	10
172	2 h. 16′	—	Oeffnung	8	9	10
173	—	—	—	10	13	12
174	—	—	—	10	13	13
*175	—	—	—	5	6	6
176	—	—	—	5	6	7
177	—	—	—	6	7	8
178	—	—	—	6	7	8
179	2 h. 21′	8	Schliessung (gleichsinnig)	6	6	6
180	—	—	—	5	5	5
181	—	—	—	5	5	5
182	—	—	—	6	6	6
183	—	—	—	6	6	7
184	—	—	—	6	7	8
185	—	—	—	7	8	9
186	—	—	—	7	8	9

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Zahl der Elemente.	Reiz.	Zeit in Secunden für den ersten Millimeter.	zweiten Millimeter.	dritten Millimeter.
187	—	—	—	7	8,5	9
188	—	—	—	7	8,5	9
189	2 h. 28′	—	Oeffnung	7	8	8,5
190	—	—	—	8	10	12
191	—	—	—	12	13	16
*192	—	—	—	9	8	7
193	2 h. 31′	—	—	7	7	8
194	2 h. 43′	—	—	7	7	8
195	—	—	—	7	7	8,5
196	2 h. 44′	8	Schliessung (ungleichsinnig)	6	6	7
197	—	—	—	6	6	7
198	—	—	—	6	6	7
199	—	—	—	6,5	6,5	8
200	—	—	—	7	7	8
201	—	—	—	7	7	8
202	—	—	—	7	7	8
203	2 h. 48′	—	Oeffnung	6,5	6	7
204	—	—	—	6	6	6
205	—	—	—	6	6	6
206	—	—	—	6,5	7	8
207	—	—	—	7	8	9
208	—	—	—	7	8	9
209	—	—	—	7	8	9
210	2 h. 53′	8	Schliessung (gleichsinnig)	6	6	7
211	—	—	—	6	6	7
212	—	—	—	6,6	7	8
213	—	—	—	7	8	9
214	—	—	—	8	10	10
215	—	—	—	8,5	10	10
216	—	—	—	8,5	9,5	10
217	2 h. 58′	—	Oeffnung	8	9	9
218	—	—	—	10	10	10
219	—	—	—	9	10	9
220	—	—	—	8,5	9	9
221	—	—	—	8	8	8
222	—	—	—	8	8	8
223	—	—	—	8	8	8
224	—	—	—	8	8	8
225	3 h. 3′	2	Schliessung (gleichsinnig)	6	7	7
226	—	—	—	6	7	7
227	—	—	—	7	8	8

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Zahl der Elemente.	Reiz.	Zeit in Secunden für den ersten Millimeter.	zweiten Millimeter.	dritten Millimeter.
228	—	—	—	7,5	8	8
229	3 h. 5′	—	Oeffnung	7	7	7
230	—	—	—	7	7	8
231	—	—	—	7	8	8
232	—	—	—	8	8	8
233	—	—	—	8	8	8
234	3 h. 8′	8	Schliessung (gleichsinnig)	6	7	7
235	—	—	—	6	6	6
236	—	—	—	7	7	7
237	—	—	—	8	8	8
238	—	—	—	8	9	10
239	3 h. 11′	—	Oeffnung	8	8	10
240	—	—	—	8	8	9
241	—	—	—	8	9	10
242	—	—	—	9	9	10
243	—	—	—	9	9	9

Nur wenige Worte über die Tabelle! Man sieht aus derselben, dass Verlauf und Grösse der Erregung bei verschiedner Stromstärke, bei Schliessung und Oeffnung verschieden sind. Es fällt auf, dass auch hier in einigen Versuchen, vor Allem nach Oeffnung des ungleichsinnig gerichteten starken Stroms eine ansehnliche Verlangsamung der Bewegung eintritt. Die Ursache hiervon schien in vorübergehend stärkerer Schleimbildung der Membran zu liegen. Diess machte wenigstens die starke Beschleunigung wahrscheinlich, die sofort eintrat, als der Schleim mit einem Pinsel abgehoben oder mit einer Nadel oberhalb durchgeschnitten wurde. Die Beobachtungen, vor denen diess geschah, sind mit einem Sternchen bezeichnet. Es sind die Beobachtungen Nr. 153, 175, 192.

Es liess sich erwarten, dass ebenso wie Schliessung und Oeffnung eines constanten Stromes auch Verstärkung und Schwächung desselben erregend wirken würden, wenn die Stromschwankung nur gross und steil genug war. Diese Erwartung bestätigte sich vollkommen. Wurde die Stromdichte in der Membran plötzlich durch Beseitigung einer Nebenschliessung bedeutend vermehrt oder durch Einschalten einer Nebenschliessung plötzlich vermindert, so fand Erregung statt. Dasselbe geschah, als die Stromschwankung nach der zuerst von Eckhard gebrauchten Methode, hervorgebracht ward durch einen durch

den Kreis der constanten Kette geschickten Inductionsschlag. In diesen Kreis war die secundäre Spirale eines du Bois'schen Schlittenapparates aufgenommen. Durch Schliessen oder Oeffnen des primären Stromes konnten also im Kreise der constanten Kette rasche Stromschwankungen hervorgebracht werden, deren Grösse von dem gegenseitigen Abstande der beiden Spiralen abhing. Als Beispiel für letzteren Fall möge hier ein Versuch folgen.

Versuch VI. Rachenschleimhaut in Kochsalz von 0,5 % ausgespannt. Länge der vom Signal durchlaufnen Bahn 3 Mm. Constanter Strom von 6 hintereinander verbundenen Daniell'schen Elementen. Der primäre Strom des Inductionsapparates wird von 2 Daniell'schen Zellen geliefert und mit Hilfe eines Quecksilbernäpfchens geschlossen und unterbrochen. Der Abstand der beiden Spiralen des Schlittenapparates beträgt 0 Mm. Schliessung und Oeffnung geschehen stets in dem Augenblick, wo das Signal vom Anfangspunct der Bahn abgeht.

Tabelle VI.

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Reiz.	Zeit in Secunden für 3 Mm.	
			bei geöffneter Kette.	bei geschlossener Kette.
1	11 h. 10′	—	30	—
2	—	—	30	—
3	11 h. 12′	—	—	24
4	—	—	—	26
5	—	—	—	31
6	—	—	—	34
7	—	—	—	31
8	11 h. 15′	Schliessungsschlag	—	33
9	—	Oeffnungsschlag	—	26
10	—	—	—	30
11	—	—	—	31
12	—	—	—	32
13	—	Schliessungsschlag	—	32
14	—	Oeffnungsschlag	—	26
15	—	—	—	32
16	11 h. 20′	—	—	36
17	—	Schliessungsschlag	—	36
18	—	Oeffnungsschlag	—	30
19	—	—	—	38
20	—	Schliessungsschlag	—	36
21	—	Oeffnungsschlag	—	32
22	—	—	—	39
23	—	—	—	42

Nummer der Beobachtung.	Zeit der Beobachtung.	Reiz.	Zeit in Secunden für 3 Mm. bei geöffneter Kette.	bei geschlossener Kette.
24	—	—	43	—
25	—	—	40	—
26	—	—	47	—
27	—	—	50	—
28	—	—	51	—
29	—	—	—	40
30	—	—	—	46
31	—	—	—	59
32	—	Schliessungsschlag	—	64
33	11 h. 40′	Oeffnungsschlag	—	47
34	—	—	—	58
35	—	—	—	66
36	—	Schliessungsschlag	—	70
37	—	Oeffnungsschlag	—	61
38	—	—	—	64
39	—	—	—	66

Die Schwankung, welche der Schliessungsinductionsschlag im Kreise der constanten Kette hervorbrachte, zeigte sich, wie man aus der Tabelle sieht, wirkungslos. Der Oeffnungsschlag macht dagegen ansehnliche Beschleunigung. Somit ist es zum Zustandekommen der Erregung nicht nöthig, dass die Stromschwankung von der Dichtigkeit 0 ausgehe oder auf 0 zurücksinke.

Es würde nun weiter zu untersuchen sein, wie Grösseund Verlauf der Erregung durch eine bestimmte Stromschwankung sich ändern mit der Zeit, während welcher der constante Strom durch die Zellen floss, und ferner, nach welchem Gesetze Grösse und Verlauf der Erregung durch eine bestimmte Stromschwankung abhängen von der absoluten Höhe der Ordinaten der Stromdichten, zwischen welchen die Stromschwankung vor sich geht. Hierüber habe ich noch keine Versuche angestellt.

Nach allem Vorausgegangenen, vor Allem auch nach dem, was wir über die Wirkung langsam verlaufender Inductionsströme mitgetheilt haben, war es sehr wahrscheinlich, dass der constante Strom, wenn er nicht plötzlich, sondern allmählich auf seine volle Stärke anwächst, nicht erregt, mit andern Worten, dass beim Hineinschleichen in eine starke Kette keine Erregung zu Stande kommen würde. Da ich nicht im Besitz einer Vorrichtung war, welche erlaubt hätte, eine lineare Stromschwankung von hinreichender Grösse und

Langsamkeit herzustellen, begnügte ich mich mit Versuchen, in denen die Stromstärke ruckweise, aber jedesmal nur um eine mässige Grösse gesteigert wurde. Es zeigte sich, dass, wie hoch auch die Stromstärke auf diese Weise wachsen mochte, niemals Erregung zu Stande kam. Man sieht diess aus folgendem Beispiel.

Auf einer in Kochsalzlösung von 0,5 % ausgespannten Membran hatte sich die Geschwindigkeit der Bewegung nach längerem Liegen bis auf etwa 0,1 Mm. in der Secunde verlangsamt. Der Strom eines Daniell'schen Elementes ward durch die Membran geschlossen: die Bewegung beschleunigte sich nicht. Nun wurden nach und nach im Laufe von einigen Minuten noch 7 Daniells hintereinander in den Stromkreis eingeschaltet. Niemals zeigte sich beim Einschalten eines neuen Elementes Verschnellung der Bewegung. Die Geschwindigkeit nahm vielmehr gleichmässig bis auf ungefähr 0,08 Mm. ab. Nun ging der Strom von 8 Zellen durch die Membran. Als er geöffnet wurde, beschleunigte sich die Bewegung des Signals sogleich auf 0,11 Mm., nahm wieder ab bis auf 0,09 Mm. und stieg dann bei neuem plötzlichem Schliessen der 8gliedrigen Kette rasch auf 0,16 Mm. Das Präparat war also bei diesem Versuche anfangs ohne Erregung in die starke Kette eingeschlichen. — Es ist nicht zu bezweifeln, dass Versuche, in denen die Stromstärke continuirlich, nicht wie hier ruckweise wächst, dasselbe Resultat ergeben werden.

Fassen wir alle vorstehenden Versuche zusammen, so ergiebt sich als allgemeines Gesetz für die Erregung der Flimmerzellen durch den elektrischen Strom der Satz: jede grössere positive oder negative Schwankung der Stromdichte wirkt erregend, wenn sie sehr rasch verläuft. So lange die Stromdichte gleich bleibt, findet, ausser durch Wärmeentwickelung, keine Erregung statt. Dieser letztere Satz ist jedoch durch unsere Versuche nicht bewiesen, sondern nur wahrscheinlich gemacht. Wären die Methoden zur Messung der Energie der Flimmerbewegung feiner, wären ihre Fehlerquellen leichter zu beseitigen, so würde es vielleicht möglich sein, eine schwache Erregung auch durch den Strom von beständiger Dichte nachzuweisen, und dann würde das allgemeine Gesetz der elektrischen Erregung für die Flimmerbewegung genau dasselbe sein, wie für Nerven und Muskeln. — Es muss nochmals hervorgehoben werden, dass dieses Gesetz nur für Flimmerzellen gilt, deren Thätigkeit sich in indifferenten Flüssigkeiten oder in etwas zu concentrirten Kochsalzlösungen verlangsamt hat.

Nachdem wir den Einfluss der einzelnen Stromschwankung, also des elektrischen Reizelements, betrachtet haben, untersuchen wir weiter, was geschieht, wenn mehrere Stromschwankungen nach einander die Flimmerzellen treffen. Die Versuche, welche ich hierüber angestellt habe, ergeben, dass die Wirkungen aufeinander folgender Reize sich verstärken. Der Verlauf und die Grösse der Gesammterregung durch mehrere Reize hängen ab von der Stärke und Zahl der Partialreize, und von der Schnelligkeit, mit der diese sich folgen. Bei gleicher Stärke der Partialreize wächst, wie es scheint, die Erregung im Allgemeinen um so steiler an, und steigt um so höher, je schneller die Reize aufeinander folgen. Man kann diess bei Versuchen mit Inductionsschlägen von gleicher Stärke und gleichem Verlaufe beobachten. Entweder reizt man mit Oeffnungsschlägen und blendet die Schliessungsschläge ab, oder umgekehrt, oder man tetanisirt mit Anwendung der Helmholtz'schen Modification. Je schneller im letzteren Falle der unterbrechende Hammer schwingt, desto rascher wächst die Geschwindigkeit des Signals, und desto früher wird im Allgemeinen das Maximum erreicht. Dasselbe zeigt sich natürlich auch bei Tetanisiren ohne Helmholtz'sche Modification, wo sich die schwachen Wirkungen der Schliessungsschläge und die starken der Oeffnungsschläge summiren.

Auf der Summation der Reize beruht auch die schon von Kistiakowsky beobachtete Thatsache, dass Beschleunigung der Bewegung eintritt, wenn ein constanter Strom, der die Membran durchfliesst, durch Umlegen einer Wippe plötzlich unterbrochen, und gleich darauf in entgegengesetzter Richtung wieder geschlossen wird. Hier summiren sich die schwächere Oeffnungs- und die stärkere Schliessungsreizung. Das Umkehren des Stromes ist dabei nicht wesentlich, denn Beschleunigung tritt auch ein, wenn man den Strom in der gleichen Richtung wie zuvor wieder schliesst. Doch war in meinen Versuchen die Beschleunigung in der That grösser, wenn der Strom abwechselnd in der einen und der andern, als wenn er immer wieder in derselben Richtung durch die Membran geschickt wurde. Diess zeigt z. B. folgender Versuch.

Versuch VII. Rachenschleimhaut in Kochsalz von 0,5 %. Bahnlänge 4 Mm. Die Membran war seit einer Stunde präparirt und in dieser Zeit mehrmals minutenlang mit Inductionsschlägen behandelt worden. Die mittlere Geschwindigkeit der Bewegung war noch dieselbe wie unmittelbar nach der Präparation. — Constanter Strom von acht hintereinander verbundenen Daniell'schen Elementen. In den Kreis ist eine Wippe zur Stromwendung

eingeschaltet. Die Zeit, welche vom Signal gebraucht wird, ist in Secunden angegeben. Umlegen der Wippe, sowie Unterbrechen und Schliessen des Stromes in gleicher Richtung geschehen immer so rasch wie möglich.

Tabelle VII.

Vor der Reizung. **2 h. 5′.**
30. 32. 33. 34. 35. 35. 35. 33. 33. 35.

Constanter Strom, gleichsinnig. **2 h. 10′.**
31. 30. 30. 30. 29. 29. 30. 31. 31. 32. 32. 32. 32. 31.
31. 30. 32. 34. 34. 33. 34. 33. 34.

Wippe umgelegt. **2 h. 22′.**
28. 31. 31. 33. 33. 34. 34. 34. 34. 34. 35.

Wippe umgelegt. **2 h. 30′.**
29. 29. 32. 34. 36. 38. 35. 35. 36.

Strom unterbrochen und sogleich wieder in derselben Richtung geschlossen.
32. 35. 38. 40. 42. 45. 48.

Strom unterbrochen und in gleicher Richtung wieder geschlossen.
45. 48.

Wippe umgelegt.
28. 46. 45. 45.

Wippe umgelegt.
26. 40. 48. 50. 55.

Strom zweimal rasch hintereinander unterbrochen, und in gleicher Richtung wieder geschlossen.
50. 55.

Strom dreimal rasch hintereinander unterbrochen und geschlossen.
48. 60. 68.

Strom ganz geöffnet.
65. 60. 75.

Strom gleichsinnig, geschlossen.
58.

Wippe in jeder Secunde zweimal umgelegt.
33. 33. 30. 33.

Strom ganz geöffnet.
48. 45. 65.

Die Thatsache, von welcher die vorstehende Tabelle Rechenschaft giebt, spricht für das Entstehen elektrotonischer Erregbarkeitsänderungen in den Zellen. Nimmt man an, dass jede einzelne Flimmerzelle da, wo der Strom in sie eintritt, in einen Zustand herabgesetzter Erregbarkeit (Anelektrotonus), wo der Strom austritt, in einen Zustand erhöhter Erregbarkeit (Katelektrotonus

versetzt wird[1]), und nimmt man weiter an, dass die Schliessungserregung auf dem Entstehen von Katelektrotonus beruht, dann ist es — aus denselben Gründen wie bei Muskeln und Nerven — vollkommen begreiflich, dass eine stärkere Erregung zu Stande kommt wenn unmittelbar nach Oeffnung der Kette der Strom in entgegengesetzter Richtung, als wenn er in derselben Richtung wie zuvor wieder geschlossen wird. Hiermit würde sich eine neue Analogie zwischen Flimmerzellen und anderen reizbaren Elementen, vor Allem mit Muskeln und Nerven ergeben[2]). Die Frage ist wichtig und fordert zu näherer Untersuchung auf.

Durch Summation kann die Erregung selbst dann noch bedeutend werden, wenn die Partialreize einzeln oder in kleiner Anzahl zu schwach sind, um merkliche Beschleunigung hervorzurufen. Doch darf man nicht glauben, dass die Schnelligkeit der Bewegung auf ihr Maximum steigen müsse, wenn in letzterem Falle nur die Reize rasch und lange genug aufeinander folgen. Wenige starke Reize bringen auf derselben Membran oft eine viel bedeutendere Beschleunigung zu Stande, als ungemein rasch aufeinander folgende, sehr schwache Reize. Man sieht diess z. B. an folgendem Versuch, aus welchem zugleich der Einfluss erhellt, welchen die Schnelligkeit, mit der die Reize sich folgen, auf die Erregung ausübt.

Versuch VIII. Rachenschleimhaut in Serum. Die Membran lag seit drei Stunden ausgespannt und war einige Zeit vor dem Versuch minutenlang tetanisirt worden. Die mittlere Schnelligkeit der Bewegung hatte von 0,11 Mm. auf 0,06 Mm. abgenommen. Länge der Bahn 4 Mm. — Reizung geschieht durch abwechselnd gerichtete Inductionsschläge eines Schlittenapparates ohne Helmholtz'sche Modification, einmal bei langsamem Gang (etwa 50 Schwingungen) und dann bei raschem Gang des Unterbrechers (etwa 300 Schwingungen in der Secunde). Primärer Strom von 4 Daniells hintereinander. Rollenabstand bis zur Beobachtung Nr. 22 7 Centim., von da an 0 Centim. Die Reizung begann jedesmal in dem Moment, wo das Signal vom Anfangspunct der Bahn abging und wurde so lange fortgesetzt, bis die ganze Bahnstrecke durchlaufen war.

---

1) Natürlich würde auch die Rolle der Pole die umgekehrte sein können; doch ist diess weniger wahrscheinlich.

2) Vergl. das zweite Heft der Jenaischen Zeitschrift. Bd. IV: Ueber Reizung der Muskelfaser durch den constanten Strom.

Tabelle VIII.

Nummer der Beobachtung.	Zeit in Secunden			Nummer der Beobachtung.	Zeit in Secunden		
	ohne Reiz.	bei langsamem Gang des Hammers.	bei raschem Gang des Hammers.		ohne Reiz.	bei langsamem Gang des Hammers.	bei raschem Gang des Hammers.
1	68	—	—	15	70	—	—
2	68	—	—	16	75	—	—
3	—	55	—	17	—	73	—
4	68	—	—	18	—	—	60
5	—	—	50	19	90	—	—
6	70	—	—	20	—	—	55
7	75	—	—	21	—	85	—
8	—	65	—	*22	90	—	—
9	85	—	—	23	—	25	—
10	—	—	60	24	55	—	—
11	70	—	—	25	100	—	—
12	80	—	—	26	115	—	—
13	75	—	—	27	—	—	25
14	—	—	50	28	—	35	—

Man sieht hier deutlich, dass bei schnellerem Gang des Hammers die mittlere Geschwindigkeit des Signals grösser als bei langsamem war, und ferner, dass stärkere Reize (Nr. 23 u. flg.) selbst bei langsamem Gang des Hammers die mittlere Geschwindigkeit bedeutend mehr steigerten, als schwache bei schnellem Gang des Unterbrechers. Dieser Unterschied der mittleren Geschwindigkeit bei verschieden starken Reizen könnte auf mehrere Weisen zu Stande gekommen sein. Einmal könnte die Geschwindigkeit in beiden Fällen zwar dasselbe Maximum, aber bei Reizung mit schwachen viel später als bei Reizung mit starken Schlägen erreicht haben. Zweitens aber könnte der Unterschied darauf beruhen, dass das Maximum, welches die Beschleunigung erreichte, bei Summirung starker Reize höher lag, als bei Summirung schwacher. Letzteres, was aus der Tabelle allerdings nicht mit Nothwendigkeit folgt, war hier der Fall und schon für das blosse Auge deutlich zu bemerken. Der Unterschied der mittleren Geschwindigkeit wurde aber noch vergrössert durch die grössere Schnelligkeit, mit der bei Reizung durch starke Schläge das Maximum erreicht ward.

Schickt man sehr starke Inductionsschläge, z. B. die eines grossen Ruhmkorff'schen Apparates, schnell nacheinander durch die Membran, so wird die Schnelligkeit, mit der sich das Signal bewegt, nicht höher gesteigert als durch einen einzelnen Inductionsschlag

von derselben Stärke, wohl aber wird die Dauer der Erregung grösser. Setzt man die Reizung längere Zeit fort, so lässt allmählich die Bewegung nach, doch ist es auffallend, wie lange man die Flimmerzellen mit starken Inductionsschlägen tetanisiren kann, ohne dass die Schnelligkeit des Signals abnimmt. Man sieht diess aus folgendem Versuch.

Versuch IX. Rachenschleimhaut in Kochsalz von 0,5 %. — Primärer Strom von 8 Daniells hintereinander. Rollenabstand 0 Mm. Der unterbrechende Hammer macht etwa 200 Schwingungen in der Secunde.

Tabelle IX.

Zeit der Beobachtung.	Zeit in Secunden		
	ohne Reiz.	mit Reizung: ohne Helmholtz'sche Modification.	mit Reizung: mit Helmholtz'scher Modification.
1 h. 15′	32. 30. 31.	—	—
—	32. 31. 29.	—	—
—	30. 28. 29.	—	—
1 h. 22′	—	17. 14. 15.	—
—	—	15. 14. 15.	—
—	—	16. 14. 15.	—
1 h. 25′	—	14. 14. 15.	—
—	—	15. 16. 16.	—
—	—	17. 16. 17.	—
—	—	16. 15. 15.	—
—	—	16. 16. 15.	—
—	—	15. 15. 16.	—
—	—	16. 16. 16.	—
—	—	16. 15. 16.	—
—	—	15. 15. 15.	—
—	—	14. 15. 14.	—
—	—	15. 15. 15.	—
—	—	15. 16. 15.	—
1 h. 40′	—	16. 16. 16.	—
—	—	15. 16. 16.	—
—	—	17. 15. 16.	—
—	—	16. 16.	—
1 h. 45′	17. 20. 20.	—	—
—	24. 23. 24.	—	—
—	26. 30. 30.	—	—
—	30. 30. 30.	—	—
1 h. 53′	—	—	21. 24. 24.
—	—	—	25. 25. 25.
—	—	—	26. 25. 26.

Zeit der Beobachtung.	Zeit in Secunden ohne Reiz.	mit Reizung ohne Helmholtz'sche Modification.	mit Reizung mit Helmholtz'scher Modification.
—	—	—	26. 26. 26.
—	—	—	26. 26. 26.
2 h. 3′	28. 30. 30.	—	—
—	32. 33. 32.	—	—
—	34. 35. 35.	—	—
—	35. 35. 33.	—	—
—	33. 35.	—	—

Beim Tetanisiren mit so starken Schlägen, wie im vorstehenden Versuch, findet immer auch Erwärmung der Membran statt. Der Antheil, den diese Erwärmung an der Beschleunigung der Bewegung hat, lässt sich nicht genau bestimmen, doch musste er sehr klein sein. Die Schnelligkeit des Signals änderte sich nämlich nicht, als ein kühler Luftstrom längere Zeit über das Präparat geführt wurde. Auch als ich in der Gaskammer unter dem Mikroskop mit Inductionsschlägen reizte, konnte ich keine Abnahme der beschleunigten Bewegung bemerken, wenn ein kühler Luftstrom längere Zeit über das Präparat geleitet ward. Nur wenn die Schläge sehr stark waren, und sehr rasch aufeinander folgten, machte sich nach einiger Zeit Verlangsamung bemerkbar. Diese trat aber ebenso früh ein, wenn ein kalter Luftstrom durch die Kammer ging, als wenn diess nicht der Fall war. Die beobachteten Veränderungen der Bewegung waren also der Elektricität direct, und nicht den thermischen Wirkungen derselben zuzuschreiben.

Die Verlangsamung der Bewegung, welche durch elektrische Schläge herbeigeführt wird, beruht meist auf gleichmässiger Abnahme der Frequenz und der Grösse der Schwingungen. Zuweilen bleiben die Bewegungen noch ziemlich lange wellenförmig, oft aber auch, besonders wenn die Untersuchungsflüssigkeit etwas concentrirter ist, werden sie kleiner und hakenförmig. Im Aussehen der Zellen ändert sich wenig oder nichts. Setzt man die Reizung mit starken Schlägen noch länger fort, so tritt endlich Stillstand ein. Schon mit einem einzelnen kräftigen Inductionsschlag ist es möglich, die Bewegung zu sistiren. Liegen die Zellen in indifferenten Lösungen, so werden sie dabei etwas trübe, die Kerne meist deutlich, dunkelrandig, und die Cilien stehen steif, entweder schräg nach vorn geneigt,

oder senkrecht auf der Oberfläche der dann oft kugelförmig gewordenen Zelle.

Hat sich die Flimmerbewegung durch den Einfluss elektrischer Schläge in indifferenten Flüssigkeiten verlangsamt, so erholt sie sich nicht wieder, wenn man die Zellen ruhig liegen lässt. Diess gilt wenigstens für solche Flimmerzellen, die aus dem lebenden Organismus entfernt sind. Am lebenden Frosch habe ich keine Versuche über etwaige Wiederherstellung der Bewegung vorgenommen.

Zuweilen gelang es, die Bewegung, wenn sie durch elektrische Schläge bloss verlangsamt war, durch Tetanisiren mit noch stärkeren Schlägen vorübergehend zu beschleunigen. Rasch folgte dann aber Verlangsamung und endlich Stillstand. Ob es möglich sei, durch den constanten Strom die erlahmte oder erloschene Bewegung wieder anzufachen, habe ich nicht untersucht. — Die Bewegung erwachte niemals wieder, wenn sie durch elektrische Schläge schon völlig zur Ruhe gebracht war. Es ist ganz gleichgiltig, mit welchen Mitteln man die Wiederbelebung versucht: Wasser, Salzlösungen, Alkalien, Säuren, Aether, Wärme, alle helfen nichts.

Die bisher mitgetheilten Versuche bezogen sich auf Flimmerzellen, die von möglichst indifferenten Flüssigkeiten bespült waren, also sich unter verhältnissmässig normalen Bedingungen befanden. Es war von Interesse, zu untersuchen, wie elektrische Stromschwankungen auf Flimmerzellen wirken, deren Bewegungen sich unter dem Einfluss anderer Agentien verlangsamt haben. Was ich darüber ermittelt habe, ist Folgendes.

Behandelt man Flimmerzellen in der Gaskammer solange mit reinem Wasser, bis die Bewegung unter Quellung der Zellen verlangsamt ist, und reizt man nun elektrisch, sei es durch Schliessung eines constanten Stromes oder durch einen oder mehrere kräftige Inductionsschläge, so tritt, ohne vorausgegangene Beschleunigung, rasch Stillstand ein, oder es verlangsamt sich wenigstens die Bewegung plötzlich stärker. Man beobachtet meist im Beginn der Reizung eine plötzliche Zunahme der Quellung. Die Zellen werden dann etwas trübe und die Kerne erscheinen als grosse, pralle Blasen mit grossem, rundem Kernkörperchen. Dauert die Reizung nur kurze Zeit, so dass sie nicht bis zum völligen Stillstand der Cilien führte, so kann sich die Bewegung nach dem Aufhören der Reizung wieder beschleunigen, um später dann dem gewöhnlichen Wasserstillstande Platz zu machen. Man kann die Verlangsamung durch elektrische Reizung auch

sehr deutlich an der ausgespannten Rachenschleimhaut mit Hilfe des Signals beobachten. Wäscht man die Membran längere Zeit mit destillirtem Wasser ab und schickt nun einen starken constanten Strom durch sie, so tritt unmittelbar nach der Schliessung eine vorübergehende Verlangsamung ein. So verlangsamte sich beispielsweise die Bewegung durch Schliessen eines constanten Stromes von 8 hintereinander verbundenen Daniell'schen Elementen, von 0,12 Mm. auf 0,09 Mm. in der Secunde. Während der Strom geschlossen blieb, stieg die Geschwindigkeit allmählich wieder auf 0,1 und 0,12 Mm. Noch auffallender ist die Verlangsamung beim Tetanisiren mit Inductionsschlägen, doch kann hier die Erwärmung eine Rolle spielen.

Ganz ähnlich wie auf die durch Wasser verlangsamte Bewegung wirkt elektrische Reizung, wenn man die Thätigkeit der Cilien zuvor durch Ammoniakdämpfe in indifferenten Lösungen herabgesetzt hat: unter plötzlicher Zunahme der Quellung und ohne vorausgegangene Beschleunigung plötzliche Zunahme der Verlangsamung, bei stärkerer, oder länger dauernder Reizung bis zum Stillstand führend. Nach Aufhören der Reizung kann die Bewegung sich vorübergehend wieder erholen und nach Neutralisation des Alkali, durch Essigsäure z. B., sogar wieder eine ansehnliche Schnelligkeit erreichen.

Ebensowenig wie einen Ammoniakstillstand vermag elektrische Reizung allein einen Säurestillstand zu beseitigen. Hiervon habe ich mich öfter an Zellen überzeugt, die in Kochsalz von 0,5 % in der Gaskammer lagen, und durch Essigsäuredämpfe vorsichtig zur Ruhe gebracht waren. — Dasselbe gilt für Zellen, die durch Aether- oder Chloroformdämpfe narcotisirt sind, und für solche, die sich in der Wärmestarre befinden. Somit äussert sich die erregende Wirkung der Elektricität nur bei Zellen, die sich in indifferenten Flüssigkeiten, wie Serum, oder in etwas zu concentrirten Lösungen neutraler Stoffe, wie Kochsalz, befinden. Ueberschreitet die Concentration der Kochsalzlösung 2,5 %, so versagt auch die Elektricität ihren belebenden Einfluss. — Die Bedingungen, unter denen elektrische Stromschwankungen erregend wirken, sind, wie man sieht, fast genau dieselben, unter denen auch höhere Wärmegrade die Bewegung beschleunigen.

Zum Schluss sei noch bemerkt, dass die Wirkung der Elektricität sich ebensogut an vollkommen isolirten, frei schwimmenden Flimmerzellen äussert, wie an solchen, die noch im Zusammenhang auf der Schleimhaut sitzen.

Eine Fortleitung der Erregung in der unversehrten Schleimhaut lässt sich durch das Experiment nicht nachweisen. Zwar sieht man bei Anwendung starker Ströme oft, dass die Bewegung noch in

ziemlich grosser Entfernung von der intrapolaren Strecke sich beschleunigt. Diese Beschleunigung wird aber nachweisbar immer direct durch Stromzweige hervorgebracht. Sie nimmt an Grösse mit der Entfernung von der intrapolaren Strecke ab und bleibt bestehen, wenn man den physiologischen Zusammenhang der betreffenden Schleimhautstelle mit der intrapolaren Strecke durch Schneiden oder Quetschen aufhebt. Bei schwächeren Reizen und bei kurzer intrapolarer Strecke beschränkt sich die Erregung auf die letztere. Auch von chemischen Agentien, wie Säuren und Alkalien, habe ich, was hier beiläufig bemerkt sei, niemals eine andere als rein locale Wirkung selbst auf vollkommen intacten noch im lebenden Thier befindlichen Schleimhäuten gesehen. Doch sprechen einige Erscheinungen, auf die wir später noch zurückkommen werden, dafür, dass wirklich ein Vorgang, analog der Erregung, auf unversehrten Schleimhäuten von Zelle zu Zelle sich fortpflanzen könne. —

B. Versuche an Flimmerzellen wirbelloser Thiere.

I. Einfluss des Wassers.

Die Flimmerbewegung der Süsswassermollusken, z. B. der Kiemen von Anodonta, die der Fühler von Planorbis, Paludina u. a., wird durch Wasser viel weniger intensiv als die Flimmerbewegung der Wirbelthiere beeinflusst. In Brunnen- und Flusswasser können die Cilien viele Stunden, ja Tage lang thätig bleiben. Im Laufe dieser Zeit lösen sich die Zellen nicht selten von ihrer Unterlage ab, isoliren sich vollkommen, und verfallen dann unter Quellung und theilweiser Coagulation ihres Protoplasma allmählich der Verwesung. Auch auf den isolirten und kuglig gewordenen Zellen schwingen die Haare oft noch Stunden lang, doch lässt die Stärke der Bewegung auf den isolirten Zellen bald nach. In destillirtem Wasser erlöschen die Bewegungen früher, doch ebenfalls erst nach Stunden. Verdrängen von Fluss- oder Sumpfwasser durch destillirtes Wasser bewirkt oft eine vorübergehende geringe Beschleunigung und Verstärkung der Bewegung. In viel stärkerem Maasse zeigt aber das Wasser eine belebende Wirkung, wenn die Zellen durch Salzlösungen von mässiger Concentration (Kochsalz von 0,25 % bis 1 % z. B.) ruhig gemacht worden waren. Stillstand durch Säuren konnte durch Auswaschen mit Wasser nicht

aufgehoben werden, wol aber der Ammoniakstillstand, wenn er vorsichtig herbeigeführt war.

Die in destillirtem Wasser zur Ruhe gekommenen Flimmerhaare von Anodonta, Paludina u. a. konnte ich durch Ammoniak, durch Säuren, Aether, Wärme nicht wiederbeleben. Auch mit schwächeren Kochsalzlösungen gelang diess nur selten und dann nur sehr vorübergehend.

Ganz anders ist der Einfluss des Wassers auf die Flimmerbewegung der in Salzwasser lebenden Mollusken. Hier dienten als Untersuchungsobject die zwei Arten Flimmerepithel von den Kiemen der Auster. Setzt man zu einem in lebhafter Bewegung befindlichen und in Salzwasser gelegenen Präparat reines Wasser, oder Flusswasser, so erlischt die Bewegung in wenigen Secunden, während sogleich die Flimmerhaare blitzschnell aufquellen und unsichtbar werden. Durch wasserentziehende Mittel, z. B. Kochsalzlösungen von 2 % bis 3 %, gelingt es nicht, die Wimpern wieder zur Ansicht zu bringen; an ihrer Stelle erscheint dann ein feines unförmliches Gerinnsel. Ebensowenig vermögen andere Mittel die Wimpern wieder herzustellen.

Aehnlich wie reines Wasser, doch im Allgemeinen langsamer, wirken auch sehr verdünnte Salzlösungen, wie Kochsalz von 0,5 % und darunter. Günstig wirkt Wasser wie es scheint nur dann, wenn stärkere Salzlösungen auf die Flimmerzellen eingewirkt haben.

II. Einfluss von Salzlösungen.

Schon sehr verdünnte Kochsalzlösungen bewirken bei den Flimmerhaaren der Süsswassermollusken Stillstand; Lösungen von 0,25 % bis 0,5 % thun diess schon innerhalb einiger Minuten, höhere Concentrationsgrade noch viel schneller. Die Schwingungen werden im Laufe der Verlangsamung sehr klein, fast immer hakenförmig. Die Cilien und Zellenkörper schrumpfen dabei deutlich zusammen, werden glänzender, stärker lichtbrechend. Verdünnen mit Wasser oder mit äusserst schwachen Salzlösungen kann die Bewegungen wieder erwecken, indem zugleich die Zellen und Haare ihr normales Ansehen nahezu oder völlig wiedergewinnen. Doch darf die erste Salzlösung nicht zu concentrirt gewesen sein, weil sonst beim Verdünnen mit Wasser die Flimmerhaare leicht zerstört, scheinbar aufgelöst werden. Nur ein in äusserst verdünnter Kochsalzlösung eingetretener Stillstand kann ausser durch Wasser auch durch Ammoniak, durch Aether, Alkohol, Wärme aufgehoben werden. Säuren, auch in noch so kleiner Menge, erwiesen sich fast stets erfolglos. Nur in vereinzelten

Fällen zeigte sich bei Durchführung von wenig Kohlensäure- oder Essigsäuredämpfen hier und da eine sehr schwache Beschleunigung, selbst ein Wiedererwachen einzelner Cilien zu kleinen langsamen Bewegungen. Diesem folgte aber immer sehr schnell Stillstand.

Bei der Auster bedarf es starker Kochsalzlösungen, um die Bewegung zu sistiren. In Lösungen von 1,5 % bis 3 % geht die Flimmerung sehr gut weiter. Höhere Concentrationsgrade bewirken Stillstand unter Schrumpfung. Dieser kann durch vorsichtiges Verdünnen mit Wasser wieder aufgehoben werden; aber immer scheinen die Wimpern nach dem Kochsalzstillstande leichter durch Wasser zerstört zu werden als vorher.

Bei schwächeren Graden des Kochsalzstillstandes erweisen sich Ammoniak, Aether, Wärme, elektrische Stromschwankungen meist als Belebungsmittel. Durch Säuren wird man niemals eine auffallende Beschleunigung oder ein Wiedererwachen lebhafter Bewegungen erzielen können.

III. Einfluss von Säuren.

Der belebende Einfluss, welchen, wie wir fanden, alle Säuren auf die Flimmerbewegung der Wirbelthierschleimhäute ausüben, wird bei den Flimmerzellen der Süss- und Seewassermollusken nur in wenigen Fällen gefunden. Wie wir sahen, lösten Säuredämpfe bei jenen die Flimmerruhe, wenn sie durch Steigerung der Concentration des umhüllenden Mediums, durch Einwirkung reinen Wassers oder durch Alkalien herbeigeführt war. Die Flimmerzellen der Mollusken werden dagegen nur dann durch Säuren zu energischer Thätigkeit erweckt, wenn sie vorher durch Beimischung von Alkalien zu dem sie umspülenden Wasser gelähmt waren.

Das Wiedererwecken der Zellen durch Säuren aus dem Alkalistillstande lässt sich an allen Flimmerzellen der verschiedensten Wirbellosen mit grösster Leichtigkeit constatiren. Man benutzt natürlich die Gaskammer. Erst leitet man schwach mit Ammoniak oder kohlensaurem Ammoniak geschwängerte Luft über das Präparat, das sich am besten in möglichst indifferenter Flüssigkeit, also Fluss- oder Seewasser, befindet. Sowie die Bewegung dem völligen Stillstande nahe ist oder eben still steht, was je nach dem Ammoniakgehalte der durch die Kammer geführten Luft in Secunden oder Minuten zu geschehen pflegt, lässt man schwach mit Säuredämpfen (Essigsäure, Salzsäure) beladene Luft durch die Kammer streichen. Es dauert nur wenige Augenblicke

und die Bewegung ist wieder in vollem Gange. Sie erreicht bei vorsichtigem Experimentiren — welches darin besteht, dass man nur mit eben ausreichenden Mengen von Alkali und Säure arbeitet — die normale Höhe wieder. Waren die Zellen vorher unter dem Einfluss des Ammoniak etwas aufgequollen und blasser geworden, so nehmen sie nun unter Einwirkung der Säure ihr normales Ansehen wieder an. Unterbricht man, sobald diess erreicht ist, die Säurezufuhr und verdrängt das Gasgemisch in der Kammer durch reine atmosphärische Luft, so bleibt die Bewegung fortbestehen, als ob sie niemals unterbrochen gewesen wäre. Nur ein geringer Säureüberschuss aber genügt, um unter plötzlicher Trübung der Zellen die Bewegung wieder zu sistiren. Auch die Flimmerhaare selbst, in normalem Zustande vollkommen glashell und durchsichtig, werden dann fast momentan getrübt und nehmen, wie die Zellen, eine bräunliche Farbe an. Die Trübung in den Zellen ist ganz diffus, gröbere Niederschläge sind nicht zu erkennen, doch werden die Zellenleiber oft fast vollkommen undurchscheinend und (bei durchfallendem Licht) dunkelbraun. Man sieht desshalb in vielen Fällen die Kerne nicht. Diese Veränderungen in den Zellen der Mollusken, welche der Säurestillstand u. a. mit dem Aether- und Chloroformstillstande gemein hat, verschwinden wieder, sobald die Säure durch Ammoniakdämpfe neutralisirt wird, und in der Regel erwacht dann auch die Bewegung wieder. Wie bei den Flimmerzellen des Frosches, ist es auch hier bei einiger Vorsicht möglich, Säure- und Alkalistillstand vielmal nacheinander wechseln zu lassen. Auch mit den Opalinen aus dem Darmcanale des Frosches gelingt diess.

Wie durch Essigsäure und Salzsäure, kann man den Ammoniakstillstand auch durch Kohlensäure beseitigen. Und zwar gelingt diess so leicht und an allen Flimmerzellen aller möglichen Wirbellosen, dass ich nicht begreife, wie Kühne der Versuch niemals glücken konnte. Man braucht gar nicht mit besonderer Vorsicht zu verfahren; ein vollkommener Stillstand, durch Ammoniak oder kohlensaures Ammoniak erzeugt, löst sich in wenigen Secunden, wenn ein Strom reiner Kohlensäure über das Präparat streicht. Oft genügt schon die Exspirationsluft zum Wiedererwecken. — Auf der anderen Seite können die Zellen der Mollusken Minuten lang in einer Atmosphäre von reiner Kohlensäure stillstehen und bei Durchsaugen von atmosphärischer Luft wiedererwachen. Hier wie bei den Zellen der Wirbelthiere bedarf es keines Alkali, um den Kohlensäurestillstand aufzuheben. Beim Durchführen von gewöhnlicher Luft, selbst von reinem Wasserstoff, verschwindet die mit dem Säurestillstande einhergehende Trübung in den Zellen und das Wimperspiel beginnt wieder. Von einem specifisch

schädlichen Einfluss der Kohlensäure, den Kühne ihr zuschreibt, kann also keine Rede sein. Nur bei lange fortgesetztem Durchführen reiner Kohlensäure oder stark mit Kohlensäure beladener Luft kann es, unter zunehmender Trübung der Zellen, so weit kommen, dass die Bewegung beim Durchsaugen von Luft, selbst wenn dasselbe lange fortgesetzt wird, nicht wiederkehrt. Auch die Trübung der Zellen verschwindet dann nicht mehr. Dann kann man aber meist noch durch Zufuhr von etwas Ammoniak den Stillstand aufheben und zugleich die Zellen wieder durchsichtig machen.

Während somit die Wirkung der Säuren beim Alkalistillstande für die Flimmerzellen der Wirbellosen dieselbe ist, wie für die der Wirbelthierschleimhäute, zeigt sich ein beträchtlicher Unterschied, wenn man die Zellen durch Steigerung der Concentration des Mediums zur Ruhe gebracht hat und nun Säuren einwirken lässt. Weit entfernt, wie bei den Flimmerzellen des Frosches die Bewegung wieder zu erwecken, scheint es auf den ersten Blick, dass Säuredämpfe die Bewegung der Flimmerzellen von Mollusken, wenn dieselbe in etwas zu concentrirter Kochsalzlösung nachgelassen hatte, nur noch schneller zur völligen Ruhe bringen. In der That, legt man Zellen von den Kiemen der Anodonta, oder anderer Süsswassermollusken in Kochsalzlösung von 0,5 bis 1 % und wartet man, bis die Bewegungen dem Stillstande nahe sind, dann sieht man sofort überall Ruhe eintreten, wenn ein mit etwas Essigsäure- oder Salzsäuredampf versetzter Luftstrom über das Präparat geleitet wird. Die Zellen werden dabei trübe, die Cilien steif und ebenfalls dunkler. Auch wenn man der Luft nur sehr wenig Säuredampf beimischt, und die Zellen durch langsame und möglichst geringe Steigerung der Concentration gelähmt hat, gelingt es doch nie, das Wimperspiel zu einer merklichen Lebhaftigkeit anzuregen, geschweige denn es zu dem hohen Grade der Energie zu erwecken, wie diess bei den Flimmerzellen von Wirbelthierschleimhäuten der Fall ist. Aber es ist nicht zu verkennen, dass bei so vorsichtigem Experimentiren oft eine Beschleunigung die erste Wirkung der Säurezufuhr ist. Ich habe mich hiervon bei Süsswassermollusken wie bei der Auster (wo man natürlich stärkere Salzlösungen, 4 — 5 %, als Medium gebrauchen muss) öfter überzeugt. Man muss zu solchen Beobachtungen Zellen aussuchen, deren Cilien nur noch eine oder wenige Schwingungen in der Secunde machen, und deren Schwingungsebene parallel der Ebene des Objecttisches liegt. Nur dann kann man nämlich ausser über Aenderungen der Frequenz auch über kleinere Aenderungen der Excursionsweite genau unterrichtet werden. Man zählt nun eine Zeit lang die Schwingungen und führt,

wenn die Frequenz während dieser Zeit gleich geblieben oder kleiner geworden ist, äusserst verdünnte Säuredämpfe durch die Kammer. Zählt man nun wieder, so wird in den meisten Fällen eine deutliche Steigerung der Frequenz, ohne Abnahme der Excursionsweite gefunden. Zuweilen betrug diese Steigerung das Doppelte und mehr: z. B. von 4 Schlägen in 5 Secunden auf 9, von 3 auf 7. Die Steigerung trat fast immer allmählich ein und hatte etwa im Laufe einer halben Minute erst den Höhepunct erreicht. Sie konnte sich Minuten lang erhalten; bei nur wenig gesteigerter Säurezufuhr trat aber Stillstand ein. —

Besser als bei den Flimmerzellen der Mollusken lässt sich die erregende Wirkung der Säuren bei Kochsalzstillstand an Opalinen vom Frosch wahrnehmen. Hier ist es, namentlich mittels Kohlensäure, nicht schwer, die Bewegungen ziemlich erheblich zu verstärken, wenn sie in Kochsalzlösung, von 1 % etwa, nachgelassen hat. Ja sie kann selbst aus völligem Stillstande wiedererwachen, wennschon niemals bis zu erheblicher Höhe. Auch hier tritt aber bei nur wenig gesteigerter Säurezufuhr Stillstand ein.

In den Fällen, wo die Wimperbewegung der Wirbellosen durch Sauerstoffentziehung (z. B. in einer Wasserstoffatmosphäre), durch Aether, Alkohol, Chloroform, Metallsalze, höhere Wärmegrade oder starke elektrische Reize gelähmt ist, vermögen Säuren keinen belebenden Einfluss auszuüben. Sie beschleunigen im Gegentheil den Eintritt des Stillstandes, wenn er noch nicht völlig ausgebildet war.

Unter den Mitteln, welche einen Säurestillstand aufheben können, stehen, wie schon erwähnt, auch bei Wirbellosen die Alkalien obenan. Leichtere Grade des Stillstandes können aber auch durch Auswaschen der Zellen mit Wasser (bei Süsswassermollusken) oder $1\frac{1}{2}$ bis 3 %iger Kochsalzlösung (bei Seethieren) aufgehoben werden. Die Bewegungen pflegen aber dann niemals die Stärke zu erreichen, wie nach Neutralisation der Säure durch ein Alkali. Bei Kohlensäure-Stillstand genügt, wie oben gleichfalls gemeldet, in der Regel ein Luftstrom.

IV. Einfluss von Alkalien.

Die Veränderungen, welche die Flimmerbewegung unter dem Einfluss von Alkalien erleidet, sind bei Wirbellosen im Wesentlichen dieselben, wie bei Wirbelthieren. Doch zeigt sich auch hier wie bei den Säuren eine grössere Empfindlichkeit auf Seite der Flimmerzellen Wirbelloser. Es bedarf viel geringerer Mengen, Ammoniakgas z. B.,

um die im adäquaten Medium (Süss- oder Seewasser) in höchster Energie stattfindende Bewegung auszulöschen. Brauchte man bei Flimmerzellen vom Frosch, die in indifferenter Flüssigkeit lagen, eine halbe, ja mehrere Minuten, um die Bewegung vom Maximum ihrer Schnelligkeit auf Null herabzusetzen, so genügen hierzu — alle übrige Bedingungen gleichgesetzt — bei Wirbellosen (Anodonta, Paludina etc., Ostrea) 10 Secunden. Derselbe Unterschied zeigt sich bei Anwendung von verdünnter Kali- oder Natronlösung. Der Alkalistillstand tritt also bei Wirbellosen leichter ein. Auch hier begleitet den Alkalistillstand ein gleichmässiges Aufschwellen und Erblassen der Zellen. —

Belebend wirken die Alkalien auf die Flimmerbewegung Wirbelloser hauptsächlich dann, wenn vorher Säure eingewirkt hatte. Beim Wiederbeginn der Bewegung verschwindet die durch die Säure hervorgerufene Trübung in den Zellen. War die Säurestarre nur bis zu einem leichten Grad gediehen, so lässt sich durch ausreichende Ammoniakzufuhr das Wimperspiel in seiner anfänglichen Stärke wiederherstellen. Ebenso durch Kali oder Natron.

Der Kochsalzstillstand kann, wenn er vorsichtig herbeigeführt ward, ebenfalls durch Ammoniakgas gehoben werden. Doch ist die Grösse, welche die Schnelligkeit der Bewegung auf diese Weise wieder erreichen kann, nie so bedeutend, wie wir das bei den Flimmerzellen vom Frosch sahen. Der Ammoniakgehalt der durch die Kammer geführten Luft muss sehr klein und die Bewegung unter dem Einfluss der concentrirteren Kochsalzlösung noch nicht völlig erloschen sein, wenn man eine merkliche und etwas anhaltende Beschleunigung erzielen will. Im andern Falle, d. h. bei zu starker Ammoniakzufuhr, wird das Stadium der Beschleunigung unterdrückt und man bekommt sogleich Ammoniakstillstand, der dann durch Säuren gehoben werden kann.

Einen entschieden hemmenden Einfluss üben Alkalien auf die Flimmerbewegung der Mollusken, wenn die Bewegung durch ein Quellung bewirkendes Agens vorher verlangsamt war. Diess sieht man z. B. an Flimmerzellen von den Kiemen der Auster sehr gut, wenn man auf sie erst zu verdünnte Kochsalzlösung (0,5 % etwa), bis zum Eintritt bedeutender Verlangsamung, einwirken lässt und nun schwache Ammoniakdämpfe zuführt. Sofort stehen, unter Zunahme der Quellung, die Wimpern still. Hier ist also das Verhalten das nämliche, wie bei den Flimmerzellen der Wirbelthierschleimhäute, und dasselbe gilt vom Einfluss der Alkalien bei Stillstand oder Verlangsamung durch Aether, Chloroform oder Metallsalze. Auch in diesem Falle

zeigen die Alkalien sich ohne belebende Wirkung, ja sie beschleunigen sogar den Eintritt des Stillstandes.

Der Wasserstoffstillstand wird, wenn er nicht in einer etwas zu concentrirten oder gar schwach sauren Flüssigkeit stattfindet, durch Alkalien ohne gleichzeitige Sauerstoffzufuhr nicht aufgehoben. Die hierauf bezüglichen Versuche wurden in derselben oben beschriebenen Weise, wie an den Flimmerzellen vom Frosch angestellt. —

Ist durch geringen Ueberschuss von Alkali, z. B. Ammoniak, Stillstand eingetreten, so erwecken, wie schon erwähnt, Säuren — auch Kohlensäure — die Bewegungen wieder. In vielen Fällen genügt selbst Auswaschen des Alkali mittels indifferenter Flüssigkeiten, also Süss- oder Seewasser.

V. Einfluss vom Wasserstoff und Sauerstoff.

In reinem Wasserstoffgas erlischt die Flimmerbewegung der Wirbellosen wie die der Wirbelthiere viel früher, als in einem indifferenten sauerstoffhaltigen Gasgemisch, z. B. atmosphärischer Luft. Wie bei den Zellen des Frosches tritt aber der Stillstand in einer Atmosphäre von reinem Wasserstoff erst ein, lange Zeit nachdem schon aller Sauerstoff aus der Flüssigkeit ausgetrieben ist. Bei Anwendung meiner Gaskammer waren zur völligen Ausbildung des Stillstandes immer einige Stunden nöthig, während die beiden Absorptionsbänder des Sauerstoffhaemoglobin regelmässig schon nach 10 bis höchstens 15 Minuten verschwunden waren. Ich bin hierin also in Widerspruch mit Kühne, welcher, nach seinen bereits erwähnten Versuchen an Anodonta, die Anwesenheit von freiem oder locker (wie im Sauerstoffhaemoglobin) gebundenem Sauerstoff für eine Bedingung des Zustandekommens der Flimmerbewegung erklärt. Aus meinen Erfahrungen folgt dagegen, dass die Flimmerbewegung Stunden lang fortbestehen kann, ohne dass gleichzeitig durch die Zellen Sauerstoff aufgenommen wird.

Bei der Wichtigkeit der Frage für die Beurtheilung der chemischen Vorgänge, welche der Flimmerbewegung zu Grunde liegen, habe ich mir die Entscheidung dieser Differenz besonders angelegen sein lassen. Trotzdem kann ich nicht mit einiger Sicherheit angeben, woran es gelegen haben mag, dass Kühne den Stillstand so viel früher als ich, und immer gerade in dem Moment eintreten sah, wenn alles Sauerstoffhaemoglobin reducirt war. Man könnte daran denken, dass geringe Verunreinigungen des Wasserstoffs, mit Phosphorwasserstoff, Arsen-

wasserstoff z. B., welche äusserst schädlich auf die Flimmerbewegung wirken, in Kühne's Versuchen den früheren Eintritt des Stillstandes bewirkt hätten; oder, was vielleicht eher anzunehmen, dass während des Durchströmens von Wasserstoff durch die Gaskammer die Concentration des Tropfens, in dem die Zellen lagen, zugenommen habe. Letzteres kann in der That leicht geschehen, wenn mit dem Wasserstoffstrome nicht zugleich hinreichend Wasserdampf zugeführt wird und vor Allem auch, wenn das Präparat in einem flachen Tropfen liegt und der Wasserstoff darüber in starkem Strome, wie der Wind über eine Lache hinstreicht. Doch lässt sich hierüber um so weniger etwas Bestimmtes sagen, als in Kühne's Beschreibung seiner Versuche hierauf nicht Rücksicht genommen ist, und auch nähere Zeitangaben von Kühne nicht gemacht sind.

Darin stimme ich mit Kühne vollkommen überein, dass sehr wenig Sauerstoff genügt, um den Wasserstoffstillstand aufzuheben. Lässt man nur soviel Sauerstoff zutreten, dass die Bewegung eben wieder in Gang kommt, und führt dann wieder reinen Wasserstoff durch die Kammer, so tritt der zweite Wasserstoffstillstand ansehnlich schneller als der erste ein, oft schon nach einigen Minuten. Lässt man dagegen Minuten lang atmosphärische Luft über das Präparat streichen — wobei dann die Bewegung eine bedeutende Höhe wieder erreichen kann — so bedarf es längeren Durchleitens ($^1/_2$ Stunde u. m.) von Wasserstoff, um alle Cilien wieder zur Ruhe zu bringen. Die Zellen scheinen also während des Durchleitens von atmosphärischer Luft Sauerstoff aufgespeichert zu haben.

Andere Mittel, den Wasserstoffstillstand — vorausgesetzt, dass die Zellen dabei in indifferenter Flüssigkeit lagen — zu beseitigen, habe ich nicht gefunden. Reiner Sauerstoff beschleunigt die Bewegung bei Wirbellosen auch, wenn sie sich bei Gegenwart atmosphärischer Luft in etwas zu concentrirten Lösungen indifferenter Stoffe, Kochsalz, Zucker z. B., verlangsamt hat.

VI. Einfluss von Aether, Alkohol und Chloroform.

Aether und Alkohol äussern bei den Wirbellosen fast unter denselben Umständen, wie bei den Flimmerzellen der Wirbelthierschleimhäute, einen erregenden Einfluss, nämlich vor Allem dann, wenn die Bewegung durch wasserentziehende, übrigens indifferente Mittel verlangsamt war. Doch wird man niemals eine so bedeutende Beschleunigung der Bewegung erzielen, wie bei Wirbelthieren. Sehr leicht folgt auf das Stadium der Erregung Verlangsamung und Stillstand; es

reichen hierzu schon sehr kleine Mengen von Aetherdampf aus. — Die Aetherruhe, in welcher die Zellen diffus getrübt und dunkel erscheinen, kann, wenn sie durch eine möglichst kleine Aethermenge herbeigeführt war, durch atmosphärische Luft wieder gehoben werden. War die Aethereinwirkung zu stark gewesen, dann bleibt die Trübung der Zellen beim Durchsaugen von Luft bestehen und die Bewegung erwacht nicht wieder, welche Mittel man auch zu ihrer Wiederbelebung anwenden möge. — Vom Alkohol gilt dasselbe wie vom Aether. —

Chloroform bewirkt auch bei den Wirbellosen, unter allen Umständen und ohne vorausgehende Beschleunigung, Verlangsamung, bei gesteigerter Zufuhr Stillstand unter Trübung der Zellen. Leichte Grade der Chloroformnarkose werden durch atmosphärische Luft beseitigt, höhere Grade sind durch kein Mittel aufzuheben. Also hierin Uebereinstimmung zwischen den Zellen der Wirbellosen und der Wirbelthiere! Im Allgemeinen sind jedoch die Zellen der Wirbellosen, besonders der Süsswassermollusken [1], gegen Aether, Alkohol und Chloroform empfindlicher als die Zellen der Wirbelthiere.

VII. Einfluss von Giften.

Die wenigen Versuche, welche ich über den Einfluss von giftigen Alkaloiden auf die Flimmerbewegung Wirbelloser angestellt habe, gaben dasselbe Resultat wie die Versuche an den Flimmerzellen der Frösche. Der Einfluss von Curare, Strychnin, Veratrin, Morphium, Atropin, Calabarextract, hängt nur von der Reaction und Concentration der Auflösung ab; in kleinen Mengen indifferenten Flüssigkeiten zugesetzt, sind die genannten Körper ohne Einfluss. Wahre Gifte sind dagegen auch für die Flimmerzellen der Wirbellosen, die Salze der schweren Metalle. Diese führen schon in minimalen Gaben Tod der Zellen unter Trübung ihres Inhalts herbei.

VIII. Einfluss der Wärme.

Temperatursteigerung bewirkt auch bei Wirbellosen in den Fällen Beschleunigung der Bewegung, wo die Verlangsamung infolge von Wasserentziehung (durch Einwirkung concentrirter Kochsalzlösungen z. B.) eingetreten war; nicht aber, wenn Quellung, Einwirkung von Säuren, Aether, Chloroform, Metallsalzen die

1) Hieran mag wol der grössere Absorptionscoëfficient des Wassers für genannte Körper hauptsächlich schuld sein.

Ursache der Verlangsamung war. Dann pflegt im Gegentheil der Eintritt des Stillstandes beschleunigt zu werden.

Durch Erwärmung auf Temperaturen von 40° und mehr werden die Flimmerzellen der Süss- und Seewassermollusken in Stillstand versetzt. Man muss auch hier zwei Grade des Wärmestillstandes unterscheiden. Der erste Grad, welcher dadurch charakterisirt ist, dass er durch blosses Abkühlen wieder aufgehoben wird, tritt bei kurzem Erwärmen auf 40 bis etwa 44° ein, oder nach längerem Erwärmen auf etwas niedrigere Grade. Die Zellen müssen sich hierbei aber in indifferenten, oder ein wenig zu concentrirten Flüssigkeiten befinden. Sind die Flüssigkeiten zu verdünnt (bei der Auster z. B. Kochsalz von 0,5 oder 1%), so tritt der erste Grad des Wärmestillstandes schon bei niedrigeren Temperaturen ein. — Der zweite Grad der Wärmestarre, der durch Abkühlen nicht gehoben wird, tritt beim Erwärmen auf etwa 45°, wie es scheint, plötzlich ein. Aber auch bei länger fortgesetztem Erwärmen auf 40° wird der zweite Grad erreicht. Die Zellen, deren Inhalt getrübt und bräunlich erscheint, sind dann todt. — Ueber die Einwirkung niederer Temperaturgrade sind die Angaben von Roth zu vergleichen. —

IX. Einfluss der Elektricität.

Die wenigen Versuche, welche ich zur Ermittlung des Einflusses der Elektricität auf die Flimmerbewegung an Wirbellosen anstellte, ergaben in den Hauptpuncten vollkommene Uebereinstimmung mit dem, was wir bei Wirbelthieren gefunden hatten. Ich habe desshalb unterlassen, alle die an der Rachenschleimhaut vom Frosch angestellten Versuche, welche mehr specielle Fragen betreffen, auch an Wirbellosen zu wiederholen. — Als Versuchsobjecte dienten die Flimmerzellen von den Kiemen verschiedener Süsswassermollusken und der Auster. — Das Gesetz, dass nur elektrische Dichtigkeitsschwankungen, nicht aber der Strom in beständiger Dichte erregend wirken, fand sich bestätigt. Die Bedingungen, unter welchen Beschleunigung der Bewegung durch elektrische Reizung eintreten kann, scheinen dieselben zu sein, wie bei den Zellen des Frosches. Vornehmlich dann ist die Erregung deutlich, wenn die Thätigkeit der Zellen durch gelinde Wasserentziehung, also z. B. durch Einwirkung etwas zu concentrirter Kochsalzlösung, vorher vermindert war. — Die Erregung durch einen einzelnen Inductionsschlag äussert sich nicht als eine einzelne Schwingung oder Zuckung des gereizten Haares, sondern besteht in einer im Allgemeinen rasch zunehmenden, langsamer wieder abnehmenden Beschleu-

nigung der rhythmischen Bewegungen der Cilie. Die Wirkungen kurz aufeinander folgender Schläge summiren sich. Durch einzelne sehr starke Schläge oder länger fortgesetztes Tetanisiren werden die Zellen getödtet. Ein dem Tetanus vergleichbarer Stillstand der Cilien, der beim Aufhören der Reizung der regelmässigen Bewegung wieder Platz machte, kommt nicht vor.

C. Versuche an Spermatozoën.

Die vielen Analogien, welche die bisherigen Untersuchungen zwischen Flimmer- und Spermabewegung bereits aufgedeckt hatten, forderten zu einer neuen Vergleichung der Bedingungen beider Bewegungen auf. Ich habe desshalb einen grossen Theil der an den Flimmerzellen angestellten Versuche an den Spermatozoën des Frosches wiederholt. Eine Anzahl dieser Versuche ist nicht neu: sie sind von älteren Untersuchern, vor Allem von Kölliker [1]) bereits beschrieben. Wir werden ihre Resultate zum Theil nur zu bestätigen haben. Der Besitz einer Gaskammer gab uns aber zugleich den Vortheil, eine Reihe von Versuchen anstellen zu können, die früher unmöglich waren. Es war so möglich, den Einfluss der Sauerstoffentziehung und Sauerstoffzufuhr zu untersuchen und eine Reihe von Stoffen, wie Säuren, Ammoniak, Aether, Alkohol, Chloroform nicht in wässrigen Lösungen, wie das von den früheren Untersuchern gethan ist, sondern in Dampfform dem Objecte zuzuführen. Aus letzterem Umstande erklären sich die abweichenden Resultate, zu denen wir in Betreff der Wirkung jener Stoffe gekommen sind.

Die ausgebreiteten Untersuchungen von Kölliker haben in dem Verhalten gegen Reagentien eine so grosse Uebereinstimmung zwischen den Samenfäden der verschiedensten Wirbelthiere kennen gelehrt, dass es für unsere Zwecke überflüssig erschien, an Spermatozoën verschiedener Thierarten zu experimentiren. Es wurden desshalb fast ausschliesslich die Samenfäden des Frosches (Rana temporaria) zur Beobachtung ausgewählt.

---

1) A. Kölliker, Physiologische Studien über die Samenflüssigkeit. In Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VII. p. 201—272. 1855.

I. Einfluss des Wassers.

Drückt man aus dem Testikel eines Winterfrosches ein Tröpfchen der dickflüssigen Samenmasse aus, so zeigen die Fäden weder bei sogleich angestellter Untersuchung noch später Bewegung. Nur ausnahmsweise sind einzelne Fäden, wie schon Ankermann[1]) fand, in Bewegung. Lässt man nun einen Tropfen destillirten oder Brunnenwassers zufliessen, so erwachen an allen Stellen, im Moment, wo das Wasser sie erreicht, die lebhaftesten Bewegungen. Dieselben lassen jedoch bald nach, und zwar hängt es von der Menge des zugeführten Wassers ab, wie bald diess geschieht. Wird z. B. ein Tröpfchen Sperma mit etwa dem vierfachen Volum Wasser vermischt, so lassen die Grösse und Frequenz der Bewegungen nach einigen Minuten nach. Die Fäden quellen hierbei allmählich auf: der Kopf- und Schwanztheil werden blasser und dicker. Fast bei allen tritt Oesen- und Schlingenbildung am Kopfende ein. — Nach zehn Minuten findet man schon sehr viele Fäden still und nach Verlauf einer Stunde selten noch einen in Bewegung. — Bei Zusatz von weniger Wasser bleibt die Bewegung länger bestehen, die Fäden quellen langsamer.

Sind anfangs bewegliche Samenfäden nach längerem Liegen in sogenannten indifferenten Flüssigkeiten, wie in Blut, Blutserum, zur Ruhe gekommen, so erweckt Wasserzusatz gleichfalls meist heftige Bewegungen. Wir müssen hier indessen wie bei der Flimmerbewegung zwei Fälle unterscheiden. Der Stillstand, welcher in »indifferenten« Flüssigkeiten »von selbst« eintritt, kann nämlich einmal — und zwar ist diess weitaus am häufigsten — darauf beruhen, dass die angeblich indifferente Lösung in der That etwas zu concentrirt ist, oder es im Laufe der Beobachtung durch Verdunstung wurde[2]). Je geringer die Ueberschreitung des Indifferenzpunctes der Concentration ist, desto später beobachtet man dann die Verlangsamung und den Stillstand der Bewegungen. — Der Stillstand kann aber zweitens auch darauf beruhen, dass die »indifferente« Lösung nicht concentrirt genug ist, dass

---

1) Ankermann, De motu et evolutione filorum spermatic. ranarum. Diss. inaug. Regimonti 1854. — S. auch: Einiges über die Bewegung und Entwicklung der Samenfäden des Frosches. In Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII. 1857. pag. 129.

2) Jedenfalls spricht für diese Auffassung der Umstand, dass der Stillstand in den meisten der »indifferenten« Flüssigkeiten in allen Puncten dasselbe Verhalten zeigt, u. a. durch dieselben Mittel aufgehoben wird, wie der Stillstand, den schwach wasserentziehende Kochsalzlösungen herbeiführen. S. auch die Schlussbetrachtungen.

der Procentgehalt an Kochsalz, Zucker oder was es gerade sei, unter dem Indifferenzpunct bleibt. Hier hat dann der Stillstand, so spät er auch eintreten möge, die Eigenschaften des Wasserstillstandes. Nur im ersten Falle wirkt Wasser wiederbelebend, niemals im zweiten. — Dass der Stillstand, welchen man künstlich durch Zusatz concentrirterer Kochsalzlösung hervorrufen kann, durch Wasser aufgehoben wird, ist eine schon von Kölliker wiederholt betonte Thatsache, die sich leicht bestätigen lässt. Die Salzlösung darf nur nicht zu hoch concentrirt (über 10 %) gewesen sein oder zu lange eingewirkt haben. Hierauf kommen wir gleich zurück.

Die Mittel, welche den durch übermässige Wassereinwirkung erzeugten Stillstand aufzuheben vermögen, sind für Spermatozoën dieselben wie für die Flimmerzellen. Vor Allem sind es, wie schon Kölliker, namentlich für die Samenfäden der Säuger, ausführlich gezeigt hat, chemisch indifferente Salzlösungen verschiedener, doch nicht zu geringer, Concentration. Man kann diess leicht bestätigen. Hatte der Wasserstillstand kurz gedauert und ist die aus der Mischung der Salzlösung mit dem samenhaltigen Wassertropfen resultirende Lösung nicht zu concentrirt, so können die Bewegungen wieder schnell und stark werden. Dasselbe lässt sich, wie durch Kochsalz, durch andere wasserentziehende Mittel, z. B. Zucker, Glycerin, erreichen. Auch Säuren, in Gasform zugeführt, heben den Wasserstillstand auf, und die wiedererwachten Bewegungen sind zuweilen sehr kräftig und frequent. Sie hören, wenn mehr Säure zugeführt wird, sehr bald, zuweilen schon nach einer Viertel- bis halben Minute, wieder auf. Diess habe ich wenigstens bei Kohlensäure und Essigsäure gefunden. Andere Säuren wurden nicht angewendet.

Auch durch Aether und Alkohol konnte der Wasserstillstand für kurze Zeit (einige Minuten) aufgehoben werden. — Dagegen versagen hier die Alkalien ihre belebenden Dienste gänzlich; sie beschleunigen den Eintritt des Stillstandes in Wasser. Brachte ich z. B. ein wenig Sperma aus dem Hoden des Frosches in einen verhältnissmässig grossen Tropfen destillirten Wassers und wartete, bis die Bewegungen langsamer geworden waren, so trat dann beim Durchführen von etwas Ammoniakgas binnen wenigen Secunden Stillstand, ohne vorherige Beschleunigung ein, während alle Fäden plötzlich stärker aufquollen und blass wurden. Schnelle Zufuhr von etwas Kohlensäure konnte die Bewegungen für sehr kurze Zeit wieder erwecken. — Beim Erwärmen tritt der Wasserstillstand schneller ein.

Wie sehr nach alledem das Verhalten der Samenbewegung gegen

Wasser mit dem oben geschilderten Verhalten der Flimmerbewegung übereinstimme, braucht nicht weiter hervorgehoben zu werden.

II. Einfluss von Kochsalzlösungen.

In Kochsalzlösung von 0,5 % erhält sich die Bewegung der reifen Samenfäden des Frosches lange Zeit; in verdünnteren Lösungen erlischt sie unter den Zeichen der Wasseraufnahme (Quellung), in concentrirteren unter den Zeichen der Wasserentziehung (Schrumpfung). Diess sind Angaben von Kölliker, welche unsere Versuche im Ganzen bestätigt haben. Wir fügen denselben noch Einiges hinzu.

Nimmt man Sperma aus dem Hoden von Winterfröschen und mischt dasselbe mit einem verhältnissmässig grossen Tropfen Kochsalz von 0,5 %, so bleiben die Fäden bewegungslos; nur hie und da zeigen sich einmal schwache Bewegungen. Es bedarf verdünnterer Lösungen (0,3 % etwa), um die Bewegung überall zu erwecken und zu erhalten. Sinkt die Concentration auf 0,25 % oder weiter, so tritt nach einiger Zeit Stillstand ein, der die bereits geschilderten Zeichen des Wasserstillstandes hat.

Steigt die Concentration der Lösung noch höher als 0,5 %, so bleiben natürlich die Fäden bewegungslos; je grösser der Salzgehalt, desto stärker schrumpfen sie. Doch ist es selbst nach längerer Behandlung mit Lösungen von 2,5 % bis 5 % noch möglich, die Bewegung durch Wasserzusatz wieder anzufachen. Auch diese Thatsache hat Kölliker schon beobachtet. —

Für die Flimmerzellen fanden wir ausser dem Wasser noch eine Reihe anderer Agentien auf — Säuren, Alkalien, Aether, Alkohol, Schwefelkohlenstoff, Wärme, Elektricität —, welche im Stande waren, den durch zu concentrirte Kochsalzlösungen veranlassten Stillstand aufzuheben. Diese Agentien erwiesen sich auch bei Spermatozoën im Ganzen in demselben Sinne wirksam. Der Salzgehalt der Lösung darf aber auch hier eine bestimmte, ziemlich niedrige Grenze nicht überschreiten, wenn Wiederbelebung möglich sein soll. Ruhende Samenfäden aus dem Hoden eines Winterfrosches, die in Kochsalz von 0,5 % unbeweglich lagen, erwachten, wenn K o h l e n s ä u r e, E s s i g s ä u r e, A e t h e r oder A l k o h o l d ä m p f e über das Präparat geführt wurden, binnen wenigen Secunden bis Minuten. Dagegen konnte ich Fäden aus demselben Testikel durch die genannten Mittel nicht mehr erwecken, wenn sie in Kochsalzlösungen von 1 % und mehr lagen. — Ammoniak, Kali und Natron erwiesen sich in vielen Fällen, wo die Wiederbelebung aus dem Kochsalzstillstande durch Säuren gelang, vollkommen unfähig

dazu. Diess zeigte sich oft bei unreifen Samenfäden. Reife Fäden stimmten in ihrem Verhalten mit den Flimmerzellen überein.

Für andere neutrale Salze als Kochsalz gilt, ebenso wie für Zucker, Kreatin u. s. f., ganz dasselbe, nur dass die sich in ihrer physiologischen Wirkung entsprechenden Concentrationsgrade für jeden dieser Stoffe andere, wie es scheint nur vom Quellungscoëfficienten abhängige sind.

III. Einfluss von Säuren.

In den bisherigen Angaben über den Einfluss von Säuren auf die Bewegung der Samenfäden ist immer nur von einer schädlichen Wirkung der Säuren die Rede, geradeso wie das auch bei der Flimmerbewegung früher angegeben wurde. Da wir aber bei dieser gefunden hatten, dass das erste Stadium der Säurewirkung fast immer ein Stadium der Erregung, d. i. der Beschleunigung und Verstärkung der Bewegungen ist, so stellte sich von selbst die Frage ein, ob diess auch für die Samenbewegung gälte. Eine Reihe von Versuchen, an den Spermatozoën des Frosches angestellt, bewiesen, dass diess in der That der Fall ist. Die Säuren wurden in der Regel in Gasform zugeführt.

Dass die Samenbewegung selbst in sehr verdünnten wässrigen Lösungen von Säuren bald still steht, ist ein bekanntes Factum, welches der Bestätigung nicht mehr bedarf. Wir gedenken desshalb zunächst nur der Fälle, in denen Säuren einen erregenden Einfluss äussern. Diess sind nun dieselben, wie bei der Flimmerbewegung. Es ist in den vorhergehenden zwei Abschnitten bereits erwähnt worden, dass sowohl der Wasserstillstand, als der Stillstand, welcher in concentrirteren Lösungen neutraler Salze eintritt, durch Säuren, z. B. Kohlensäure, Essigsäure, aufgehoben werden kann. Nur darf im einen Falle der Wasserstillstand nicht zu lange gedauert, im andern die Concentration eine gewisse, wenig über dem Indifferenzpunct gelegene Höhe nicht überschritten haben. Bei Zufuhr von mehr Säure tritt bald Stillstand ein, beim Wasserstillstand schneller (nach einigen Secunden bis einer Viertelminute z. B.), langsamer (nach Minuten) beim Stillstand durch Salze. Im letzteren Falle reagirt der Tropfen oft schon mehrere Minuten lang sauer, wenn die letzten Bewegungen erlöschen.

Hat man die Samenfäden in indifferenten Flüssigkeiten durch Ammoniakgas oder durch Zusatz von etwas Kali oder Natron vorsichtig zur Ruhe gebracht, so wirken Säuren — auch Kohlensäure — regelmässig wiederbelebend. Und dasselbe ist der Fall, wenn die Samenfäden in sogenannten indifferenten Lösungen »von selbst« zur Ruhe gekommen sind. Es scheint hierbei gleichgültig, ob der Still-

stand einer etwas zu geringen, oder einer etwas zu starken Concentration der angeblich indifferenten Flüssigkeit sein Entstehen verdankte. Bei fortgesetzter Säurezufuhr tritt bald Stillstand ein.

Dieser Säurestillstand kann in allen Fällen durch Alkalien aufgehoben werden. Auch hier empfiehlt sich zu schneller Beobachtung die Anwendung des Ammoniak in Gasform. — Bei dem Kohlensäurestillstande genügt in den meisten Fällen ein blosser Luftstrom und — wenn die Zellen nicht etwa schon seit längerer Zeit in einer sauerstofffreien Atmosphäre verweilt hatten — auch ein Strom von Wasserstoff oder eines anderen indifferenten Gases, um die Bewegungen wieder erstehen zu lassen.

Niemals sah ich, dass Samenfäden sich bei Säurezufuhr wieder bewegt hätten, wenn sie so stark durch Aether oder Chloroformdämpfe in indifferenten Flüssigkeiten betäubt waren, dass Luft allein sie nicht wieder erweckte.

Dass man einen Säurestillstand nicht durch eine andere Säure aufheben könne, war vorauszusehen. Ebenso traf die Erwartung ein, dass sich die Angabe von Kölliker, nach welcher saure Salze im Allgemeinen ebenso wie Säuren wirken, bestätigen würde.

IV. Einfluss von Alkalien.

Der Einfluss, den Alkalien auf die Spermabewegung ausüben, ist je nach den Bedingungen, unter denen sich die Samenfäden befinden, ein verschiedener, und hängt auch von dem Grade der Reifheit der Samenkörperchen ab. In den meisten Fällen, wo reife Samenfäden in »indifferenten Flüssigkeiten« ihre Bewegungen »von selbst« eingestellt haben, ist der erste Erfolg des Alkalizutritts Wiedererwachen der Bewegung. Es sind diess diejenigen Fälle, wo die angeblich indifferente Flüssigkeit ein wenig zu concentrirt ist. Dasselbe gilt, wenn die Bewegung durch Zusatz concentrirterer Kochsalzlösungen (0,5 bis 1%) künstlich gehemmt ward. Sind die Samenfäden nicht reif, — obschon morphologisch von reifen Fäden nicht zu unterscheiden —, dann pflegen Alkalien (Ammoniak, Kali, Natron) unter den angegebenen Umständen nicht erregend zu wirken, während doch im gleichen Falle Säuren, Wasser, Aether, Wärme die Bewegungen in's Leben zu rufen vermögen. In wie schwacher oder starker Dosis man auch das Alkali anwenden möge: die Fäden bleiben still und quellen endlich bis zur Unkenntlichkeit auf.

Sind Samenfäden durch Wassereinwirkung (wozu auch die Wirkung allzuverdünnter Salzlösungen gehört) zur Ruhe gebracht worden,

dann versagen die Alkalien ausnahmslos ihren belebenden Einfluss. Es wurde oben schon erwähnt, dass z. B. Ammoniakdämpfe den Eintritt des Wasserstillstandes stark beschleunigen. Dasselbe gilt von Kali und Natron.

Belebend wirken dagegen die Alkalien in der ersten Zeit des Wasserstoffstillstandes, wenn bei demselben die Samenfäden in möglichst indifferenter (jedenfalls in nicht zu verdünnter) Flüssigkeit lagen. Selbstverständlich war Sauerstoffzutritt ausgeschlossen. Die betreffenden Versuche wurden in derselben Weise wie mit den Flimmerzellen angestellt.

Als specifisches Belebungsmittel erweisen sich die Alkalien beim Säurestillstand, und umgekehrt heben die Säuren, wie bereits erwähnt, den Alkalistillstand auf. Man kann diess bei abwechselnder Behandlung mit Essig- oder Salzsäure einerseits und Ammoniakdämpfen andererseits an demselben Präparat leicht mehrmals nacheinander constatiren. Am besten ist es, wenn sich die Fäden bei Beginn des Versuchs in möglichst indifferenten Flüssigkeiten befinden, und nöthig ist es, dass man mit möglichst geringen Mengen von Säure und Alkali experimentirt.

Stillstand durch Aether, Alkohol oder Chloroform wird, wenn Luft allein zur Wiederbelebung nicht mehr ausreicht, auch durch Ammoniak nicht beseitigt. Und ebensowenig wird ein Alkalistillstand durch ein anderes Alkali aufgehoben. —

Basische Salze der Alkalien, vor Allem die kohlensauren, wirken unter denselben Bedingungen wie die kaustischen Alkalien günstig oder ungünstig auf die Spermabewegung, doch ist ihre Wirkung, wie schon Kölliker hervorhebt, im Allgemeinen weniger stark.

V. Einfluss von Wasserstoff und Sauerstoff.

Die Bewegungen der Samenfäden können sich in einer Atmosphäre von reinem Wasserstoff mehrere Stunden erhalten, — vorausgesetzt, dass die Concentration und Reaction der Untersuchungsflüssigkeit die für die Erhaltung der Bewegungen günstigsten sind. Die Samenbewegung bedarf also zu ihrem Zustandekommen nicht des Sauerstoffes der Umgebung. —

Der Stillstand der Fäden in Wasserstoff tritt ganz allmählich ein und nicht bei allen gleich schnell. — Wie bei den Flimmerzellen genügt dann Zutritt von Sauerstoff zur Wiederbelebung. Nur in den Fällen, wo die Fäden in etwas zu concentrirten, in zu stark alkalischen oder sauren Flüssigkeiten lagen, reicht begreiflicherweise

Sauerstoff allein zur Wiederbelebung aus dem Wasserstoffstillstande nicht immer aus und es bedarf dann, je nach den Umständen, noch des Zusatzes von Wasser, Säure oder Alkali. — Auf der anderen Seite reicht, wenn die Samenfäden nicht in möglichst indifferenter Flüssigkeit lagen, in der ersten Zeit des Wasserstoffstillstandes Wasser (resp. Säuren oder Alkalien). ohne Sauerstoffzutritt, zur Wiederbelebung hin. Bei längerem Durchleiten von Wasserstoff tritt dann aber Stillstand ein, der ohne Sauerstoffzufuhr nicht mehr zu heben ist.

Auch kohlensäurefreies, gereinigtes Leuchtgas wirkt wie Wasserstoff auf die Samenbewegung.

Ein Strom reinen Sauerstoffes beschleunigt die Bewegung in den meisten Fällen, wo sie in Verlangsamung begriffen ist, merklich. —

Da sich in allen Puncten, welche das Verhalten gegen Sauerstoff und Wasserstoff betreffen, die Spermabewegung vollkommen an die Flimmerbewegung anschliesst, verweisen wir einfach auf das früher Gesagte. Die Versuche wurden in derselben Weise wie mit den Flimmerzellen angestellt. —

VI. Einfluss von Aether und Alkohol.

Die wenigen Mittheilungen, welche über den Einfluss von Aether und Alkohol vorliegen[1], gedenken nur der schädlichen Wirkungen, den diese Stoffe ausüben. Es fragte sich, ob nicht auch hier der lähmenden Wirkung ein Stadium der Beschleunigung vorausginge, wie wir es bei den Flimmerzellen gefunden hatten. In der That zeigte sich in diesem Puncte, wie folgende Versuche beweisen, wieder die wünschenswertheste Uebereinstimmung zwischen Flimmer- und Samenbewegung.

Samenfäden wurden aus dem Hoden des Frosches in einen Tropfen Kochsalzlösung von solcher Concentration (etwa 0,3 %) gedrückt, dass sie langsame Bewegungen machten. Als nun Aetherdämpfe über das Präparat strichen, begann die Bewegung nach wenigen Secunden bei allen Fäden an Frequenz und Grösse bedeutend zuzunehmen. Diess Stadium der Beschleunigung hielt je nach der Menge der zugeführten Aetherdämpfe verschieden lange, zuweilen mehrere Minuten lang an. Hierauf folgte bei weiterer Aetherzufuhr Stillstand, welcher, wenn er nur kurze Zeit unterhalten und sehr vorsichtig herbeigeführt war, sehr leicht durch einen Strom atmosphärischer

1) Kölliker, a. a. O. pag. 218. — Ankermann in Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII. p. 138.

Luft aufgehoben wurde (erster Starregrad). — Bei längerdauernder oder vorübergehend sehr starker Einwirkung von Aether trat Tod der Fäden (zweiter Starregrad) ein: sie waren durch kein Mittel mehr zu beleben.

Das Stadium der Beschleunigung durch Aether und — auf dieses folgend — den ersten Starregrad fand ich sowol bei Fäden, welche in etwas zu concentrirten, als bei solchen, die in zu verdünnten Salzlösungen erlahmt waren. Der Stillstand in Wasser wurde durch Aetherdämpfe für kurze Zeit aufgehoben.

Alkohol wirkte in demselben Sinne wie Aether.

VII. Einfluss von Chloroform.

Auch in der Wirkungsweise des Chloroforms zeigt sich Uebereinstimmung zwischen Flimmer- und Samenbewegung. Chloroform — in Dampfform zugeführt — lähmt die Bewegung der Samenfäden unter allen Umständen. Ein Stadium der Beschleunigung habe ich niemals beobachtet. —

Die Bewegungen können durch einen Luftstrom wiedererweckt werden, und, falls sie nur sehr kurze Zeit und vorsichtig eingeschläfert worden waren, nachher sogar die anfängliche Höhe wieder erreichen. Es gelingt leicht, dieselben Fäden durch abwechselndes Behandeln mit Chloroform und reiner Luft mehrmals hintereinander ruhig und wieder thätig zu machen.

Bei stärkerer Einwirkung tritt Tod (zweiter Starregrad) ein.

VIII. Einfluss einiger Gifte.

Unter den giftigen Alkaloiden scheint kein einziges als Gift auf die Samenbewegung zu wirken. Diess darf mit Sicherheit wenigstens vom Curare, Veratrin, Strychnin, Atropin und Calabarextract behauptet werden. Nur der Wassergehalt und die Reaction der Lösung des Giftes bestimmen den Erfolg: sehr verdünnte Lösungen wirken wie Wasser, alkalische wie Alkalien, saure Lösungen wie Säuren. — Nur die Salze der schweren Metalle äussern schon in äusserst kleinen Mengen (indifferenteren Flüssigkeiten zugesetzt) eine hemmende Wirkung. Sie führen, wie es scheint, stets ohne vorausgegangene Beschleunigung Verlangsamung und Tod herbei. Einen Stillstand, der dem ersten Starregrad durch Einwirkung von Aether, Chloroform, Wärme u. s. f. vergleichbar, also durch irgend ein Mittel

aufzuheben wäre, konnte ich auch bei äusserst vorsichtiger Anwendung der Metallsalze nicht hervorrufen.

IX. Einfluss der Wärme.

Die Veränderungen, welche die Bewegung der Samenkörperchen unter dem Einfluss von Temperaturänderungen erleidet, sind ganz die nämlichen wie die der Flimmerbewegung: unter denselben Bedingungen, unter welchen Temperaturerhöhung diese beschleunigt, thut sie das auch bei jener; bei gleicher Temperatur tritt bei beiden der erste Grad der Starre, bei gleicher Temperatur bei beiden der Tod ein. Diese Uebereinstimmung erlaubt uns, in der Schilderung unserer Versuche kurz zu sein.

Erwärmt man einen Tropfen Samenflüssigkeit vom Frosch, welcher bewegliche reife Samenkörperchen enthält, langsam auf dem heizbaren Objecttisch [1]), so bemerkt man bald eine allmählich wachsende Steigerung in der Energie und Frequenz der Bewegungen. Die Bewegungen erreichen die höchste Lebhaftigkeit, wenn die Temperatur des Tropfens etwa 35 ° C. erreicht hat, bleiben dann sehr energisch bis etwa 40 ° und nehmen, sobald dieser Wärmegrad erreicht ist, sehr rasch bis zum völligen Stillstande ab. Im Aussehen der Fäden ändert sich beim Eintritt der Starre nichts. — Kühlt man ab, so erwachen die Fäden wieder, die Energie ihrer Bewegungen erreicht ein Maximum bei ungefähr 35 ° und lässt bei weiterem Sinken der Temperatur wieder nach, bis etwa die anfängliche Höhe wieder erreicht ist. — Erhitzt man den Tropfen weiter als auf 40 °, so ist Wiederbelebung durch blosses Abkühlen nur möglich, wenn die Temperatur 45 ° nicht überstieg, oder nur kurze Zeit 40 ° übertraf. Denn auch längeres Erwärmen auf 40 ° bis 44 ° führt den zweiten Starregrad herbei, um so schneller, je höher die Temperatur war.

Ganz übereinstimmend ist der Einfluss der Temperaturerhöhung auf Samenfäden, die in etwas zu concentrirten Kochsalzlösungen (0,5 bis 1 %) ihre Thätigkeit eingestellt oder vermindert haben: allmähliches Wiedererwachen und Zunahme der Energie bis ungefähr 35 ° C., dann erster Starregrad bei 40 ° und Tod bei etwa 45 °.

Hat sich aber die Bewegung durch Aufenthalt der Fäden in Wasser oder äusserst verdünnten Kochsalzlösungen unter 0,5 % verlangsamt, so ist der erste Effect der Temperaturzunahme keine

---

1) Hierbei soll das Präparat in der feuchten Kammer schweben und mit einem Deckglase bedeckt sein.

Beschleunigung, sondern stärkere Abnahme der Bewegungen, die bald zum Stillstand führt. — Ebenso wirkt Erwärmung unmittelbar hemmend, wenn die Bewegung durch Säureeinwirkung etwas abgenommen hatte.

X. Einfluss von Elektricität.

Die wenigen Versuche, welche ich über den Einfluss elektrischer Reizung auf die Bewegung der Samenfäden des Frosches angestellt habe, betreffen nur einige Hauptpuncte. Sie bestätigen auch für die Samenfäden das Gesetz, dass nur elektrische Dichtigkeitsschwankungen, nicht aber der Strom in beständiger Dichte erregend wirken. Die Bedingungen, unter denen die Erregung sich als Beschleunigung und Verstärkung der Bewegung zeigt, sind dieselben, wie bei Flimmerzellen: möglichst indifferente Flüssigkeit als Medium für die Samenkörper, oder ein wenig zu concentrirte Kochsalzlösung. — Liegen die Fäden in Wasser oder allzuverdünnten Kochsalzlösungen, so äussert sich die Erregung als Hemmung der noch vorhandenen Bewegung.

Die Erregung durch einen einzelnen Inductionsschlag von genügender Stärke äussert sich als eine erst zunehmende, bald wieder sinkende Erhöhung der rhythmischen Thätigkeit des Fadens, nicht als eine einmalige Schwingung desselben. Ebenso verläuft die Erregung bei Schliessung eines constanten Stromes. Die Beschleunigung kann vorübergehend das Doppelte und Dreifache der ursprünglichen Frequenz betragen. Zugleich werden die Excursionen grösser. — Die Erregung wird grösser und hält länger an, wenn eine grössere Anzahl elektrischer Reize in rascher Aufeinanderfolge die Samenfäden trifft.

Alle hierauf bezüglichen Versuche wurden in der Gaskammer mit unpolarisirbaren Elektroden angestellt. Wir verweisen desshalb für Einzelheiten der Methode auf das, was oben bei der Flimmerbewegung gesagt ist. —

Schlussbetrachtungen.

Aus der vorstehenden Untersuchung ergiebt sich, welches die äusseren Bedingungen sind, unter welchen die Bewegung der Flimmerhaare und Samenfäden zu Stande kommen und sich erhalten kann, und welche Aenderungen die Bewegung bei Aenderung dieser äusseren Bedingungen erleidet. Es fragt sich, in wie weit die erhaltenen Resultate, im Verband mit den übrigen bekannten Thatsachen, einen Einblick in das Wesen der Flimmerbewegung erlauben, ob sie uns Schlüsse gestatten auf die Art der Vorgänge, welche der Wimperbewegung zu Grunde liegen.

Zur Beantwortung dieser Frage wird es von Vortheil sein, erst einen kurzen Blick auf die Entwickelung, den Bau und die chemische Zusammensetzung der Flimmerapparate zu werfen und zu untersuchen, welche Uebereinstimmung in Rücksicht auf diese Puncte zwischen den verschiedenen Wimperorganen besteht.

Alle Flimmerwerkzeuge, Cilien wie undulirende Membranen, entwickeln sich, wie es scheint, direct aus Protoplasma. Zwei Fälle kann man hier unterscheiden: in dem einen bildet sich ein Theil der oberflächlichsten Lage, der Rindenschicht, des Protoplasma zum Flimmerapparat um; in dem andern differenziren sich mehr nach innen gelegene Partien des Protoplasma zum Wimperorgan. Der letztere Fall scheint bei Entwickelung der Samenfäden verwirklicht.[1] Ja hier wird vielleicht, nach SCHWEIGGER-SEIDEL[2] und v. LA VALETTE ST. GEORGE,[3] häufig das ganze Protoplasma der Mutterzelle zur Bildung des schwingenden Fadens verbraucht. Der erstere Fall ist der gewöhnliche und lässt sich besonders bei Infusorien leicht

1) Nur KÖLLIKER hält noch an seiner früheren Angabe fest, dass die Samenfäden nur aus dem Kern der Samenzelle sich entwickeln. S. KÖLLIKER, Gewebelehre. 5. Aufl. p. 530.

2) F. SCHWEIGGER-SEIDEL, Ueber die Samenkörperchen und ihre Entwickelung. Arch. f. mikr. Anat. I. 1865. p. 309 flg.

3) v. LA VALETTE ST. GEORGE, Ueber die Genese der Samenkörper. Archiv für mikr. Anat. I. 1865. u. III. 1867.

verfolgen. Bei Flimmerepithelzellen ist der Vorgang der Wimperbildung aus dem Protoplasma noch nicht näher ermittelt, erfolgt aber höchst wahrscheinlich in derselben Weise wie auf der Körperoberfläche der Infusorien.[1]

Der Process beginnt hier mit der Bildung einer wulstartig hervorragenden, glashellen, homogenen Verdickung der Rindenschicht des Leibes. Gleich von Anfang an zeigt dieser Wulst undulirende Bewegungen. Die unmittelbar unter dem neuentstehenden Wulst gelegene Partie des Körperprotoplasma behält dabei ganz das gewöhnliche Ansehen und lässt durchaus keine Bewegungen erkennen. Sie unterscheidet sich nicht merkbar von den benachbarten Stellen der Körperrinde. Je nachdem sich nun aus dem primitiven Wulst eine einzelne Wimper oder mehrere entwickeln sollen, ist die Form und Weiterentwickelung des Wulstes verschieden. Dient er nur zur Bildung einer einzigen Wimper, so erhält er bald Kegelform und streckt sich unter rhythmischen, meist in unregelmässigen, kurzen Perioden wiederkehrenden Bewegungen allmählich zur Wimper aus. Sollen sich aber aus dem Wulst eine Reihe von Wimpern entwickeln, so hat derselbe von Anfang an eine langgestreckte, leistenartige Form. Diese Leiste wird bei weiterem Wachsen höher und höher und ist bald zur undulirenden Membran ausgebildet. Diese Membran spaltet sich dann, wenn sie eine gewisse Grösse erreicht hat, allmählich in einzelne parallele Stücke, die durch weitere Spaltung in einzelne Wimpern sich zerklüften. Die Zerklüftung kann vollkommen oder unvollkommen sein.[2] — Die Neubildung bleibender undulirenden Membranen erfolgt ganz in derselben Weise aus der Hautschicht des Protoplasma, nur kommt es nicht zur Spaltung in einzelne Cilien.[3]

Als Verlängerungen oder Auswüchse echter präformirter Zellmembranen scheinen Wimpern niemals zu entstehen. Früher, als noch jedem Protoplasmakörper eine umhüllende, nach innen scharf abgegrenzte Membran zugeschrieben ward, nahm man das allgemein an.

1) Die oberflächlichste Schicht des Infusorienkörpers ist ebenfalls nur als Rindenschicht des Protoplasma aufzufassen. Nur ausnahmsweise kommt es zu wirklicher Membranbildung; dann fehlen aber Wimpern.

2) Der ganze hier erwähnte Vorgang lässt sich mit wünschenswerthester Deutlichkeit bei Vorticellen beobachten, die in Theilung begriffen sind, und noch besser bei grossen Arten von Epistylis (E. plicatilis z. B.) und Opercularia, die, im Begriff sich von ihrem Stiel zu lösen, einen hinteren Wimperkranz bilden. Sehr günstige Objecte sind auch sich theilende Stylonychien und Oxytrichen.

3) Die Entwickelung bleibender undulirender Membranen ist bei allen Oxytrichinen während des Theilungsactes leicht zu beobachten.

Jetzt fehlt uns zu einer solchen Annahme jeder Grund; denn noch ist für keine Flimmerzelle die Anwesenheit einer solchen Membran erwiesen oder ist es nur wahrscheinlich gemacht, dass die oberflächlichste Schicht jeder Flimmerzelle etwas anderes als Protoplasma sei.

In einzelnen Fällen zeigt das Protoplasma selbst, noch bevor sich die Wimpern aus ihm entwickeln, spontane Beweglichkeit, so die Mutterzellen der Samenfäden vieler Wirbelthiere nach v. la Valette St. George.[1]) Wir legen hierauf jedoch kein grosses Gewicht, da es, unter anderm durch Beobachtungen an Infusorien, ausgemacht ist, dass auch aus bewegungslosem und bewegungslos bleibendem Protoplasma direct bewegliche Cilien sich hervorbilden können.

Wie in der Entwickelung, so zeigt sich, so viel man bei dem mangelhaften Stand unserer jetzigen Kenntnisse sehen kann, auch im Bau der verschiedenen Flimmerorgane manche wichtige Uebereinstimmung. Von der Form lässt sich das freilich nicht sagen: wir finden dünne cylindrische, dicke kegelförmige Wimpern, breite undulirende Membranen und alle möglichen Zwischenformen.[2]) Das Zustandekommen der Flimmerbewegung überhaupt ist also an eine bestimmte Form nicht gebunden. Nur für den speciellen Charakter der Bewegung scheint die Form des Wimperorgans von einiger Bedeutung zu sein. — Sehr übereinstimmend sind die optischen Eigenschaften der Flimmerhaare, Samenfäden[3]) und undulirenden Membranen. Alle bestehen aus einer durchsichtigen, ziemlich stark lichtbrechenden, farblosen Substanz, welche vollkommen homogen erscheint, weder Körnchen noch Vacuolen enthält.[4]) Ihr Verhalten gegen den polarisirten Lichtstrahl ist noch nicht näher untersucht. Nach Andeu–

---

1) v. la Valette St. George, Ueber die Genese der Samenkörper. Archiv für mikr. Anat. I. 1865. p. 403 flg.

2) Alle diese verschiedenen Formen von Flimmerorganen findet man bei manchen Infusorien, z. B. auf jedem Exemplar einer Stylonychia, beisammen.

3) Wir verstehen hier unter Samenfäden nur den der Cilie entsprechenden, activ beweglichen Theil des Samenkörperchens, das Schwanzstück.

4) Nach A. Stuart lassen sich indess an den Wimpern des Cirrhenvelums von Opisthobranchiern mit Hilfe starker Vergrösserungen und bei sehr günstiger Beleuchtung Längsreihen »länglicher, viereckiger, abgerundeter, in ein schwach lichtbrechendes, leicht körniges Protoplasma eingebetteter Muskeltheilchen« erkennen. Vgl. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XV. 1865. p. 99. — Auch Hensen (Ibid. p. 221) glaubt an den pigmentirten Epithelzellen der Augen einiger Lamellibranchiaten (Pecten Jacobaeus und Arca) Flimmerhaare gesehen zu haben, an welchen »die von Stuart beschriebenen rechteckigen Muskelelemente auffallend klar« waren, legt jedoch kein Gewicht darauf, weil seine Präparate in chromsaurem Kali erhärtet waren. — Ich habe bei keiner Art Wimpern, auch nicht an den grössten Cilien von

tungen von VALENTIN[1]) scheint indess den Samenfäden die Eigenschaft der Doppelbrechung zuzukommen. An den Flimmerhaaren des Mundhöhlenepithels vom Frosch glückte es mir nicht, etwas Aehnliches zu finden. Vielleicht geben die dicken und grossen Flimmerhaare mancher Infusorien bessere Resultate.

Alle Wimperorgane, insbesondere die der Samenfäden, besitzen, soviel die mikroskopische Beobachtung lehrt, im normalen Zustand eine ziemliche Festigkeit und eine — natürlich nur innerhalb sehr enger Grenzen — vollkommene Elasticität. Ruhende Wimpern lassen sich leicht ohne merkliche Formveränderung weit umbeugen, kehren aber sich selbst überlassen, schnell in die anfängliche Lage zurück. Gewaltsam plattgedrückte Wimpern nehmen nach Aufhören des Drucks sehr rasch wieder die normale Form an.

Viele Wimpern zeigen eine sehr ausgesprochene Spaltbarkeit[2]) in der Längsrichtung. Man beobachtet dies z. B. an den grossen, mit breiter Basis aufsitzenden Flimmerhaaren des Kiemenepithels von Bivalven, noch häufiger und besser aber bei Cilien vieler Infusorien.[3])

Infusorien (Stylonychia mytilus, Onychodromus grandis), etwas Aehnliches wahrnehmen können. Zur Controle der STUART'schen Angaben fehlt mir leider das Material.

1) VALENTIN, Untersuchung der Pflanzen- und Thiergewebe in polarisirtem Lichte. 1861. p. 305.

2) Die Hautschicht des Protoplasma's gewisser Myxomyceten zeigt zuweilen dieselbe Eigenschaft. Ich sah dies namentlich einmal an einem im Einziehen begriffenen Ast eines Plasmodium von Aethalium septicum. Hier war die dicke, körnerlose Hautschicht von äusserst zahlreichen, zur Oberfläche senkrecht stehenden Streifen und feinen Spalten durchsetzt, welche fast das Aussehen eines starren Flimmersaumes hervorbrachten. Einen ganz ähnlichen Fall beschreibt HOFMEISTER (Lehre von der Pflanzenzelle. 1867. p. 24 u. Fig. 8). Auch in dem von mir beobachteten Falle floss nach einiger Zeit (ungefähr einer Viertelstunde) die Hautschicht unter Verschwinden der Streifung und Spaltung mit dem übrigen Protoplasma wieder zusammen. — Ohne Zweifel gehören hierher auch die Fälle von Spaltbarkeit, welche man an gewissen, wahrscheinlich nur durch eine bleibende Umformung der Hautschicht des Protoplasma entstehenden Gebilden beobachtet. Wir erinnern hier an die porösen Deckelsäume der Epithelzellen des Darmcanals. Nirgends sind diese Säume so colossal ausgebildet und die Neigung zur fibrillären Spaltung so gross, als bei den Darmepithelzellen der Arthropoden. (Vergl. auch LEYDIG, Lehrb. der Histologie. 1857. p. 332 u. Fig. 177 und p. 335, Fig. 181). Bei den Fliegen z. B. erhält man oft vollkommen das Bild einer mit grossen ruhenden Flimmerhaaren besetzten Zelle. Auch in vielen anderen physikalischen und chemischen Eigenschaften scheint die Substanz, aus der diese Säume bestehen, mit der Ciliensubstanz übereinzustimmen.

3) Auch für die Untersuchung dieser Verhältnisse sind die mit mächtigen Wimpern ausgestatteten Oxytrichinen, namentlich die gemeine Gattung Stylonychia, ferner die Euplotinen zu empfehlen.

Die Spaltung lässt sich hier leicht durch äussere Eingriffe, besonders Druck, Quetschung, hervorrufen, findet sich zuweilen aber auch ohne nachweisbare Veranlassung. Oft betrifft die Spaltung nur die Spitze der Wimper, welche dann gleichsam in ein feines Haarbüschel zerfasert erscheint; oft spaltet sich das Haar in seiner ganzen Länge, von der Spitze bis zur Basis, in zwei, drei oder viele Stücke, die häufig ungleichen Dickendurchmesser haben. Oft auch zeigt sich nur eine Streifung, ohne dass es zur wirklichen Spaltung käme. Das durch Spaltung zerfallene Flimmerhaar bleibt activ beweglich. Bei Infusorienwimpern pflegt sich sogar jede einzelne abgespaltene Fibrille für sich bewegen. Es kommt nicht selten vor, dass ein gespaltenes Flimmerhaar durch Vereinigung der einzelnen Fibrillen wieder zu einem Ganzen wird und als solches fortarbeitet.

Eine ganz allgemeine und für das Zustandekommen der Flimmerbewegung höchst bedeutungsvolle Eigenschaft der Ciliensubstanz ist ihre Quellungsfähigkeit. Alle Flimmerorgane imbibiren leicht unter Volumzunahme Flüssigkeit und geben leicht unter Volumverminderung Flüssigkeit ab. Die Fähigkeit, sich mit Wasser zu imbibiren, zeigt sich im auffallendsten Maasse bei allen den Flimmerhaaren, die während des Lebens von stärker concentrirten Salzlösungen bespült werden, vor allem also an den Flimmerapparaten der Seethiere. Diese werden bei Zutritt von reinem Wasser blitzschnell zerstört, indem sie zu einer schleimigen, durchsichtigen Masse aufquellen. Bei den Flimmerhaaren der Wirbelthierschleimhäute erfolgt die Wasseraufnahme etwas weniger rapid. Bringt man sie in reines Wasser, so sieht man sie blasser und dicker werden. Stehen sie sehr dicht auf einer Zelle zusammen, so kann es geschehen, dass sie durch Quellung bis zur gegenseitigen Berührung aufschwellen und dann mit einander zu einer dicken Masse verkleben. Bis zur vollkommenen Zerstörung durch Quellung im Wasser scheint es jedoch bei diesen Wimpern nicht zu kommen. Eben so verhalten sich die Samenfäden. Besonders die der Amphibien und Fische quellen im Wasser ansehnlich auf. Die während des Lebens von süssem Wasser bespülten Wimpern zeigen dagegen in destillirtem Wasser keine merkliche auf Quellung deutende Veränderung.

Stärker quellend als reines Wasser wirken kaustische Alkalien, selbst in starker Concentration: am meisten Kali, am wenigsten Ammoniak. Neutrale Salzlösungen besitzen einen, für jedes Salz verschiedenen Concentrationsgrad, bei welchem keine Quellung oder Schrumpfung eintritt. Steigerung des Salzgehaltes wirkt schrumpfend: Steigerung des Wassergehaltes der Lösung wirkt quellend, die Quellung

ist um so stärker, je grösser der Wassergehalt. In alkalisch reagirenden Salzlösungen pflegen die Zellen rascher zu quellen als in neutralen. Stärker concentrirte Lösungen neutraler Salze, die für sich schrumpfend auf die Cilien wirken, oder doch keine Quellung hervorbringen, können, gemischt mit reinem Alkali (ohne Wasser), stark quellend* wirken. Durch Zusatz von Säuren kann das Quellungsverhältniss solcher Salzlösungen in den meisten Fällen nicht gesteigert werden. Nur bei den Samenfäden von Amphibien und Fischen ist durch KÖLLIKER das Gegentheil erwiesen. Ich kann dies für den Frosch bestätigen. Bei den Haaren von Flimmerepithelzellen habe ich niemals deutliche Quellung in Folge von Säurezutritt beobachtet, wohl aber deutliche Schrumpfung, die bei Neutralisation mit Alkali wieder verschwindet. Es scheint ferner, dass zur Erhaltung des normalen Quellungszustandes Sauerstoff nöthig ist. Wenigstens können wir uns nur unter dieser Voraussetzung erklären, warum Zellen, die in möglichst indifferenten Flüssigkeiten lagen, in so vielen von uns beobachteten Fällen schneller schrumpften, wenn sie in eine Wasserstoffatmosphäre gebracht, als wenn sie in Luft bewahrt waren.

Erwärmung, unterhalb 40° C., erhöht die Imbibitionsgeschwindigkeit. Flimmerhaare der Rachenschleimhaut vom Frosch quellen z. B. in Wasser von 30° C. viel rascher als in Wasser von 15° C.; ebenso rascher in warmen Salzlösungen von grossem Wassergehalt, als in kalten. Geradeso verhalten sich auch Samenfäden vom Frosch. — Aehnlich wie Wärme wirken starke elektrische Stromschwankungen erhöhend auf die Imbibitionsgeschwindigkeit. Dies kann man z. B. an Flimmerhaaren vom Frosch, die in Wasser zu quellen begonnen haben, deutlich beobachten.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die an den Cilien und Samenfäden beobachteten Quellungserscheinungen zum grossen Theil einem Gehalt derselben an Protagon zuzuschreiben sind, das wenigstens in den Samenfäden nachgewiesen ist. Schon KÖLLIKER hat diese Vermuthung geäussert. Die Unterschiede der verschiedenen Cilienarten in Bezug auf Quellungsfähigkeit würden dann auf einen verschiedenen Protagongehalt derselben weisen.

Von wie grosser Bedeutung die Imbibitionsfähigkeit der Ciliensubstanz für das Flimmerphänomen sei, davon haben unsere Untersuchungen, wie für die Samenfäden besonders KÖLLIKER's Arbeiten die zahlreichsten Beispiele geliefert. In dem Quellungszustand, in dem die Cilie sich befindet, liegen die wichtigsten mechanischen Bedingungen, von denen das Zustandekommen der Bewegung abhängt. Ein grosser Theil der Aenderungen, welche die Flimmerbewegung durch äussere

Agentien erleidet, beruht im Wesentlichen auf den Veränderungen des Imbibitionszustandes der Cilien. Unter normalen Lebensbedingungen befindet sich jede Cilie und Zelle in einem mittleren Grade der Quellung, der von der Quellungsfähigkeit ihrer Bestandtheile und dem Quellungsverhältniss der umgebenden Lösung bestimmt wird. So lange dieser Zustand bestehen bleibt, findet die Bewegung ungestört statt. Bei den Flimmerzellen geht die Bewegung in diesem Zustande in regelmässigen Perioden und regelmässigem Rhythmus fort und die Excursionen behalten gleiche Grösse. Jeder Aenderung dieses mittleren Quellungszustandes entspricht aber eine Aenderung der Bewegung. Schon im lebenden Körper finden häufig, mit Aenderung des die Zellen bespülenden Mediums, solche Aenderungen statt; alle sind von Aenderungen der Bewegung begleitet. Sinkt der Flüssigkeitsgehalt der Cilie durch Schrumpfung unter die Norm, so verkleinern und verlangsamen sich die Excursionen, unter Umständen bis zum Stillstand. Steigt der Flüssigkeitsgehalt durch Quellung über die Norm, so nimmt die Grösse der Excursionen, aber auch die Frequenz anfänglich zu. Bei weiter fortgehender Quellung pflegt sich zuerst die Frequenz, später erst die Grösse der Excursionen zu vermindern. Letztere bleibt zuweilen bis zum Eintritt des Stillstandes maximal. Bei der Schrumpfung werden die Wimpern fester, oft, von der Spitze anfangend, ganz steif. Bei der Quellung werden sie weicher, äusserst biegsam, endlich können sie flüssig werden.

Die Verkleinerung der Schwingungen, der endliche Eintritt des Stillstandes bei der Schrumpfung lässt sich leicht rein mechanisch aus der hierbei eintretenden Vermehrung der Cohäsion, der geringeren Verschiebbarkeit der Molecüle erklären, wie umgekehrt das Zustandekommen grösserer Bewegungen in Folge der Quellung aus der hierbei eintretenden Abnahme der Cohäsion, der leichteren Verschiebbarkeit der Molecüle begreiflich ist. Auch der nach weiterer Quellung erfolgende Stillstand hat nichts Wunderbares, wenn man bedenkt, dass dabei die Substanz der Flimmerhaare dem flüssigen Zustand nahe gebracht wird: im flüssigen Zustand hört aber alle Organisation auf. Warum das Tempo der Bewegungen bei Zunahme der Quellung über die Norm anfangs schneller, später, wie auch nach Schrumpfung, langsamer wird, ist aus den blossen Aenderungen der Cohäsion nicht verständlich. [1])

---

1) Viele der hierher gehörigen Erscheinungen lassen sich befriedigend mit Hilfe der von Hofmeister aufgestellten Hypothese über die Mechanik der Protoplasma- und Wimperbewegung erklären. Indessen wird es beim Versuch, alle be-

Aus den Aenderungen des Quellungszustandes begreifen sich eine Reihe der Veränderungen sehr gut, welche die Flimmerbewegung durch Einwirkung verschiedener Agentien unter verschiedenen Bedingungen erleidet. Es begreift sich zunächst, warum Wasser und Alkalien den Stillstand in concentrirteren Lösungen indifferenter Stoffe aufzuheben vermögen, warum die Alkalien auf Wimpern, die durch Wassereinwirkung geschwächt sind, nicht belebend, sondern hemmend wirken. Auch bei der Wiederbelebung der Cilien durch Säuren aus dem Alkalistillstande kommt wol dasselbe Moment ins Spiel. Es begreift sich, warum der Wasser- und Alkalistillstand durch wasserentziehende Salzlösungen beseitigt werden kann. Es begreift sich, warum der Wasserstoffstillstand, der in möglichst indifferenten Flüssigkeiten (Kochsalz 0,5 %, Blutserum z. B.) bald einzutreten pflegt, anfangs durch Quellung erregende Mittel, wie Wasser, Alkalien, ohne Zufuhr von Sauerstoff, aufgehoben werden kann. Es begreift sich ferner, warum die Bewegung, wenn sie durch Wasser verlangsamt ist, beim Erwärmen und beim Durchleiten starker, elektrischer Schläge sich nicht beschleunigt, sondern noch schneller zur Ruhe kommt.

Dass in derselben Weise die belebende Wirkung zu erklären sei, welche Wasser und Alkalien in den gewöhnlichen Fällen haben, wo die Bewegung in angeblich ganz indifferenten Flüssigkeiten »von selbst« zur Ruhe gekommen ist, wird schon aus früher Gesagtem deutlich geworden sein. Ich hatte anfangs daran gedacht, ob der unter solchen Verhältnissen eintretende Stillstand der Flimmerhaare nicht etwa auf der allmählich eintretenden »spontanen« Gerinnung eines Eiweisskörpers in der Flimmersubstanz (etwa Myosin) beruhe, und die belebende Wirkung der Alkalien und Säuren der Lösung dieses Gerinnsels zuzuschreiben sei. Allein diese Vermuthung lässt sich nicht halten, gegenüber den mir damals unbekannten Thatsachen, dass eben so belebend wie Alkalien und Säuren auch Wasser, Aether und Alkohol wirken. Wir sehen ja auch, dass, wenn nur der normale Quellungszustand durch Zufuhr von Wasser und Sauerstoff erhalten wird, die Bewegung unablässig, selbst Wochen lang nach dem Tode des Gesammtorganismus fortbesteht, und erst mit der Fäulniss ein Ende

---

kannten Thatsachen unter den Gesichtspunct dieser Hypothese zu bringen, sehr bald nöthig, Hilfshypothesen von so mancherlei Art herbeizurufen, dass wir von der Ausführung eines solchen Versuches Abstand genommen haben. Uns scheint jedoch die genannte Hypothese, die erste, welche eine Erklärung der sogenannten Contractilitätserscheinungen versucht, weiterer Ausbildung sehr wohl fähig und fruchtverheissend. Wir verweisen hier auf ihre ausführliche Begründung und Darlegung in HOFMEISTER's »Lehre von der Pflanzenzelle.« 1867.

nimmt. Auf halb verfaulten, stinkenden Schleimhäuten fanden wir, wie früher erwähnt, die Flimmerbewegung nach Wasserzusatz noch in Gang. Eine der des Muskels entsprechende spontane Todtenstarre der Flimmerhaare existirt also gar nicht. Die Thatsache, dass die Wärmestarre der Flimmerhaare bei ungefähr derselben Temperatur einzutreten pflegt, bei welcher das Myosin plötzlich gerinnt, reicht uns für die Annahme einer spontan coagulirenden Substanz in den Flimmerhaaren nicht aus.

Bei der Wirkung der Säuren, des Aethers, Alkohols und Schwefelkohlenstoffs scheint die Aenderung des Quellungszustandes im Allgemeinen von weniger Gewicht zu sein. Denn wir sehen, dass diese Körper sowohl bei stärker gequollenen als bei geschrumpften Cilien anfangs die Bewegung steigern und dann erst hemmen. Aus denselben Gründen beruht die hemmende Wirkung des Chloroforms nicht auf Veränderung des Flüssigkeitsgehaltes der Wimpern. Unmöglich scheint es für jetzt, näher anzugeben, auf welchen Vorgängen der erregende Einfluss beruhe, den Säuren, Aether, Alkohol, Schwefelkohlenstoff in so vielen Fällen auf die Flimmerbewegung ausüben. Die bereits angeführten Thatsachen machen es am Wahrscheinlichsten, dass dieser Einfluss weniger auf Verbesserung der mechanischen Bedingungen, Verminderung der inneren Widerstände im Flimmerhaar beruhe, als auf directer Steigerung der chemischen Umsetzungen, welche der Bewegung zu Grunde liegen. Jedenfalls kommt dieser Einfluss auch bei den zunächst durch die Grösse ihrer mechanischen Wirkungen auffallenden Agentien, wie Wasser, neutralen Salzlösungen, Alkalien wesentlich in Betracht, wie namentlich die Aenderungen in der Frequenz der Schläge wahrscheinlich machen. Beide Einflüsse werden sich entgegenwirken oder unterstützen können, und der Gesammterfolg der Einwirkung eines Agens (Anregung oder Hemmung der Bewegung) wird von der Stärke jedes der beiden Einflüsse und dem Sinne in dem jeder einzelne wirkt, bedingt sein.

Kaum einem Zweifel kann es unterliegen, dass auch die Temperatursteigerung und sehr wahrscheinlich auch die elektrischen Stromschwankungen ihren die Bewegung anregenden Einfluss vor Allem einer Erhöhung des physiologischen Stoffumsatzes in der Zelle und nur zum geringeren Theil den unmittelbar durch sie gesetzten Aenderungen der mechanischen Bedingungen (Zunahme der Quellung) verdanken.

Nicht schwer scheint es, die Ursache der Hemmung zu finden, welche bei fortgesetzter Einwirkung von Säuren, Aether, Alkohol, Chloroform und Wärme auftritt. Die mit dem Mikroskop deutlich wahrnehmbare, öfter feinkörnige Trübung, welche in den Zellen und

Cilien eintritt bei Einwirkung von Aether, Alkohol, Chloroform, Metallsalzen, mit Ausnahme der Samenfäden von Amphibien und Fischen auch bei Einwirkung von Säuren, selbst Kohlensäure, und der Eintritt derselben Trübung beim Erwärmen auf etwa 45°, beweisen, dass in den Flimmerhaaren Eiweisskörper enthalten sind, welche durch jene Agentien zur Gerinnung gebracht werden. In dieser Gerinnung dürfen wir den Grund für das Aufhören der Bewegung erblicken. Es spricht nicht gegen diese Annahme, dass der Stillstand der Bewegung, den jene Agentien herbeiführen, häufig früher eintritt, als eine optische Veränderung an den Zellen und Cilien wahrnehmbar ist, denn wir wissen, dass Eiweissmassen im ersten Stadium der Gerinnung vollkommen durchsichtig erscheinen können. Das Eiweissgerinnsel, durch dessen Auftreten die Cilien fester werden, muss schon rein mechanisch das Zustandekommen der Bewegung verhindern können. In der That kann, wie wir gesehen haben, durch Wiederlösung desselben die Bewegung wieder hergestellt werden. So bei fixen Säuren durch Alkalien, bei Kohlensäure durch Luft oder Alkalien, bei Aether, Alkohol, Chloroform durch Luft.

Für die Lösung der Fundamentalfrage, welche chemischen Processe der Flimmerbewegung zu Grunde liegen, bietet sich natürlich bei dem ärmlichen Zustand unserer Kenntnisse von der, auch nur qualitativen, chemischen Zusammensetzung der Flimmersubstanz wenig Aussicht. Die wichtigste Grundlage fehlt, auf der eine Physiologie der Flimmerbewegung zu bauen hätte. Inzwischen lassen sich doch aus dem vorhandenen Material einige allgemeinere Schlüsse ziehen auf die Art der chemischen Processe, auf denen die Cilienthätigkeit beruht, und auf die allgemeineren chemischen Bedingungen, von denen die Erhaltung des Lebens der Flimmerzellen abhängt.

Freilich zeigt sich sogleich, dass mit dem Ergebniss dieser Schlüsse für das Verständniss der Flimmerbewegung vorläufig nicht viel gewonnen ist. Denn es stellt sich das Resultat heraus, dass der Stoffwechsel der Flimmerzellen in den Hauptzügen mit dem der Muskeln, nach den neuesten Mittheilungen von Ranke auch mit dem der Nerven, und vielleicht noch mit dem vieler anderer Gewebe übereinstimmt. Diese Uebereinstimmung zeigt sich zunächst in der Thatsache, dass jede Art der Flimmerbewegung bestehen und sich eine Zeit lang erhalten kann, während weder Sauerstoff noch oxydirbare Substanz der Zelle zugeführt wird.

Dass die Flimmerbewegung unabhängig von Sauerstoffaufnahme aus der Umgebung bestehen könne, haben uns die Versuche mit

Wasserstoff und kohlensäurefreiem Leuchtgas gelehrt: wir sahen die Bewegungen der verschiedensten Flimmerzellen, wie die Bewegungen der Samenfäden sich einige Zeit (bis Stunden) lang in vollkommen sauerstofffreiem Medium erhalten. Die Thatsache, dass vollkommen isolirte Zellen oder Zellgruppen in reiner Kochsalzlösung von 0,5 bis 0,7 % oder in anderen möglichst indifferenten Lösungen anorganischer Salze ihre Bewegungen fortsetzen, beweist, dass die Bewegung unmittelbar unabhängig ist von Zufuhr organischen, oxydirbaren Materials. Und zwar zeigt sich, dass die Wimperzellen der Zufuhr organischer Substanz viel länger entbehren können, als des Sauerstoffs, denn tagelang sehen wir sie in jenen Salzlösungen fortleben, falls ihnen genügend Sauerstoff geboten wird.

Aus den beiden fundamentalen Thatsachen, dass alle Wimperbewegung ohne Zufuhr von Sauerstoff und ohne Zufuhr von organischer Substanz eine Zeit lang fortbestehen kann, folgt, dass jede Flimmerzelle, jeder Samenfaden, einen gewissen Kraftvorrath in sich aufgespeichert besitzen, der zur Erhaltung ihres Lebens und Unterhaltung ihrer Thätigkeit auf einige Zeit ausreicht. Die weitere Thatsache aber, dass zu längerer Fortsetzung der Wimperbewegung Sauerstoff unentbehrlich ist, beweist, dass der chemische Process, auf welchem das Zustandekommen des Wimperspiels beruht, mit Sauerstoffverbrauch verbunden ist. Hieraus folgt, dass jede Zelle ausser einem Vorrath an oxydirbarer Substanz auch einen Vorrath von gebundenem Sauerstoff besitzen muss, welcher bei der Thätigkeit der Zelle verbraucht wird. Dieser Sauerstoffvorrath reicht nur zur Bewältigung eines sehr kleinen Theiles des in der Zelle aufgespeicherten oxydirbaren Materials aus. Ist er verbraucht, so vermag die Zelle ihn durch Aufnahme gasförmigen Sauerstoffs von aussen zu ersetzen. Diess lehrt das Wiedererwachen der Bewegung aus dem Wasserstoffstillstand und die Beschleunigung der im Wasserstoffstrom verlangsamten Bewegung bei Sauerstoffzutritt.

Aber auch in den Fällen, wo man keinen Grund zu der Annahme hat, dass der in der Zelle aufgespeicherte Vorrath von Sauerstoff abgenommen habe, wird von der Zelle leicht mehr Sauerstoff aufgenommen und zur Steigerung ihrer physiologischen Thätigkeit verwendet. Man muss diess aus den oben mitgetheilten Thatsachen schliessen, dass frische Flimmerzellen, deren Bewegungen sich bei Anwesenheit reiner atmosphärischer Luft durch kurze Einwirkung von stärker concentrirten Kochsalzlösungen oder von reinem Wasser, oder auch allmählich in indifferenten Flüssigkeiten verlangsamt hat, durch einen Strom reinen Sauerstoffgases fast plötzlich zu stärkerer Thätig-

keit angeregt werden. Obschon also das Zustandekommen des Flimmerphänomens nicht nothwendig an Aufnahme von Sauerstoff aus der Umgebung gebunden ist, übt doch der Gehalt des umgebenden Mediums an freiem Sauerstoff grossen Einfluss auf die Intensität des Phänomens aus. Diess beweisen auch die Versuche, bei denen die Flimmerzellen in Gasgemischen von Wasserstoff und verschiedenen Mengen Sauerstoff sich befanden.

Wir dürfen wol hiernach annehmen, dass die Grösse des physiologischen Stoffumsatzes in der Flimmerzelle nicht unwesentlich abhängt von dem gleichzeitigen Gehalt des umgebenden Mediums an freiem Sauerstoff. — Ob die Flimmerzelle auch im Stande sei, locker gebundenen Sauerstoff aus der Umgebung an sich zu reissen und zur Erhaltung ihrer physiologischen Thätigkeit zu verwenden, wie das Kühne nach Versuchen mit Sauerstoffhämoglobin behauptet, lassen wir unentschieden, halten es aber nicht für unwahrscheinlich.

Leider reichen diese wenigen Erfahrungen nicht aus, um über die specielle Art der der Flimmerthätigkeit zu Grunde liegenden chemischen Processe etwas festzustellen. Wir wissen nicht, welches die Substanz oder die Substanzen seien, welche den in der Zelle vorhandenen Sauerstoff unter Entwicklung lebendiger Kraft verbrauchen; wir wissen nicht, welches die Producte des Stoffwechsels in der lebenden Zelle sind, ob Kohlensäure, ob andere Säuren, ob und welche stickstoffhaltigen Zersetzungsproducte gebildet werden.

Eine einzige Reihe nur von Thatsachen scheint bis jetzt darauf hinzudeuten, dass die in der thätigen Flimmerzelle ablaufenden chemischen Processe mit Säurebildung verknüpft seien. Wir denken hier nicht an die Thatsache, dass Alkalien die unter möglichst normalen Verhältnissen zur Ruhe gekommene Flimmerung meist wieder anregen. Denn durch den Nachweis, dass unter denselben Umständen wie Alkalien auch Wasser, Alkohol, Aether, ja Säuren selbst die Zellen wieder erwecken, ist die noch unlängst wieder ausgesprochene Meinung widerlegt, dass die belebende Wirkung der Alkalien in den genannten Fällen auf Neutralisation einer Säure in den Zellen beruhe. Wir denken hier vielmehr an einige Thatsachen, die wir bei Schilderung des Einflusses der Wärme schon erwähnt haben. Es sind folgende: Erstens, Zufuhr von etwas Alkali befördert das Wiedererwachen der Flimmerzellen aus der Wärmestarre — andere Belebungsmittel der Wimperthätigkeit, wie Säuren, Wasser, Aether haben diese Wirkung nicht, sie scheinen im Gegentheil die Wärmestarre zu befestigen. Zweitens, Verlangsamung durch überschüssiges

Alkali wird durch schnelle Erwärmung nicht selten aufgehoben, und macht einer ansehnlichen Beschleunigung Platz — niemals konnte dagegen durch Erwärmen ein Säure- oder Wasserstillstand gehoben oder auch nur der von der Säure oder dem Wasser bewirkten Verlangsamung Einhalt gethan werden.

Diese Thatsachen erklären sich sehr befriedigend, wenn man eine physiologische Säurebildung in der Zelle annimmt, deren Grösse mit der Grösse des Stoffumsatzes in der Zelle überhaupt wächst. Die bei Erwärmung auftretende Steigerung der mechanischen Thätigkeit der Zelle, die Beschleunigung der Bewegung scheint nun, wie die Vergleichung einer Anzahl von Thatsachen lehrt, wenn nicht ausschliesslich, doch zum grössten Theil auf einer Steigerung des physiologischen Stoffumsatzes in der Zelle zu beruhen. Somit würde unserer Annahme gemäss in den Zellen, deren Bewegungen durch Temperaturerhöhung beschleunigt sind, die Säurebildung gesteigert sein. Diese vermehrte Säurebildung könnte nun zum Theil mit die Ursache der Starre sein, welche bei fortgesetztem Erwärmen der Zellen auf etwa 40° C. eintritt. Wir sehen ja, dass bei einem gewissen Grade der Säuerung das Wimperspiel aufhört. Wir sehen aber auch ferner, dass der Säurestillstand durch Alkalizusatz aufgehoben werden kann. Finden wir nun, dass wärmestarre — in neutralen Flüssigkeiten liegende — Flimmerzellen bei der Abkühlung sicherer und schneller erwachen, wenn ihnen etwas Alkali, als wenn ihnen nichts, oder ein anderes der üblichen Belebungsmittel, vor Allem eine Säure beigebracht wird, so werden wir mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen dürfen, dass eine Säure, und zwar eine fixe Säure, wenigstens zum Theil Schuld an der beobachteten Starre gewesen sei. Indessen würde für die Erklärung dieser Thatsache auch die früher erwähnte Annahme ausreichen, dass durch die Erhitzung ein Eiweisskörper in den Flimmerhaaren coagulirte, der, vielleicht rein mechanisch, die Bewegungen des Haares gehindert habe und nun durch das Alkali gelöst worden sei. — Unzweideutiger spricht die zweite der eben erwähnten Thatsachen für eine in der lebenden Zelle vorhandene und durch Erwärmung gesteigerte Säurebildung. Die Beschleunigung der durch Alkali verlangsamten Bewegung bei Erwärmung begreift sich dann leicht, da wir wissen, dass die schädliche Wirkung der Alkalien durch Säuren aufgehoben werden kann. Und ebenso begreift sich, dass Zellen, deren Thätigkeit durch Einwirkung saurer Flüssigkeiten zum Abnehmen gebracht war, beim Erwärmen noch schneller zu Ruhe kommen: denn hier fügt sich dann zu der Wirkung der bereits vorhandenen, von

aussen zugeführten Säure die Wirkung der beim Erwärmen neugebildeten Säure hinzu. [1])

Mit der Constatirung aller dieser, den Stoffwechsel der Flimmerzellen betreffenden Thatsachen, sind wichtige Analogien zwischen den Lebensvorgängen der Flimmerzellen und denen der Muskeln und Nerven festgestellt. Auch diese Gewebe vermögen eine Zeit lang unabhängig von Sauerstoffaufnahme und von Aufnahme oxydirbaren Materials zu leben; auch sie produciren bei der Thätigkeit Säure. Diese Analogien wachsen noch, wenn man sich erinnert, dass die Flimmerzellen, wie wir vor Kurzem gezeigt haben, elektromotorisch wirksam sind. Es ist wenigstens höchst wahrscheinlich, dass die von uns in der Rachenschleimhaut des Frosches gefundenen elektromotorischen Kräfte in den Flimmerzellen und nicht in den Becherzellen (oder vielleicht in beiden) ihren Sitz haben. Da indessen die Untersuchungen hierüber noch nicht weit genug gediehen sind, vermeiden wir ein näheres Eingehen auf diesen Punct und begnügen uns damit, die Hauptthatsachen in einer Anmerkung hier beizufügen. [2])

---

1) Direct nachweisen lässt sich eine Säurebildung in den Flimmerhaaren und selbst in der Gesammtmasse der Flimmerzellen nicht, da man sie nicht unvermengt mit anderen Elementen bekommen kann. So hat man bei dem Epithel der Rachenschleimhaut des Frosches ausser den Flimmerzellen immer noch eine grosse Menge von Becherzellen. Die Reaction des gesammten Epithels der Rachenschleimhaut ist neutral; in einigen Fällen fand ich ich sie ganz schwach alkalisch. Beim Erwärmen auf 45° und darüber ändert sich die Reaction nicht merklich. Niemals fand ich sie nach dem Eintritt der Wärmestarre sauer. — Ebensowenig ändert sich die ziemlich stark alkalische Reaction der Hodensubstanz des Frosches, wenn man sie auf mehr als 45° C. erwärmt.

Beiläufig machen wir hier darauf aufmerksam, dass das lebende Protoplasma von Amoeben und Infusorien schwach alkalisch oder neutral, aber auch schwach sauer reagiren kann. Ich ermittelte diess, indem ich diese Organismen mit Lakmuskörnchen fütterte. Blaue Lakmuskörnchen, von Amoeben (A. limax z. B.) aufgenommen, blieben stundenlang blau. Als eine Spur Kohlensäure über das Präparat geführt wurde, färbten sich die Körnchen im Innern der Amoebe augenblicklich roth, ohne dass die Protoplasmabewegungen aufgehört hätten. — Auch Lakmuskörnchen, die von Infusorien (Stylonychia, Oxytricha) verschluckt waren, blieben lange Zeit blau. Führte ich dann eine Spur Kohlensäure zu, so rötheten sich die verschluckten Lakmuskörnchen plötzlich, während gleichzeitig die Wimperbewegung sich beschleunigte, die Thiere unruhig wurden. Die rothe Farbe der Lakmuskörnchen blieb oft fortbestehen, nachdem wieder reine Luft zugeleitet war und die Thiere wieder das normale Verhalten zeigten. — Zuweilen trat die rothe Färbung der verschluckten blauen Lakmuskörnchen nach längerem Aufenthalt im Protoplasma von selbst ein. —

2) Wird die Rachenschleimhaut eines Frosches aus dem eben getödteten Thier herausgeschnitten, auf einem Korkrahmen ausgespannt und mit unpolarisirbaren Elektroden, die zu einem Multiplicator führen, abgeleitet, so zeigt die Nadel in vielen Fällen einen Strom an. Bezeichnet man die der Mundhöhle zugekehrte Fläche der Schleimhaut als Oberfläche, die entgegengesetzte als Unterfläche und den künstlich durch die Präparation hergestellten scharfen Rand als Querschnitt

Zum Schluss gedenken wir hier noch einiger wichtiger, die **Beziehungen der Flimmerhaare zum Protoplasma** betreffenden Fragen. In neuerer Zeit ist die Frage nach der anatomischen Verbindung zwischen den Cilien und dem darunterliegenden Protoplasma wiederholt besprochen worden. Man hat sich vielfach bemüht, Fortsetzungen der Cilien in die tieferen Schichten des Protoplasma nach-

---

der Membran, so lassen sich die beobachteten Erscheinungen folgendermaassen ausdrücken.

Leitet man zwei Puncte der Unterfläche oder des Querschnittes ab, oder zwei Puncte der Oberfläche, die gleich weit vom Querschnitt entfernt sind, so bleibt die Nadel des Multiplicators in Ruhe. — Leitet man dagegen einen Punct der Oberfläche und einen der Unterfläche ab, so schlägt die Nadel stark aus und bleibt dauernd abgelenkt. Der angezeigte Strom geht in der Haut von der Oberfläche nach der Unterfläche. — Leitet man einen vom Querschnitt entfernteren Punct der Oberfläche und einen Punct des Querschnittes selbst ab, so erfolgt ebenfalls ein starker Ausschlag der Nadel, der einen in der Haut von der Oberfläche zum Querschnitt gerichteten Strom anzeigt. — Verbindet man Querschnitt und Unterfläche, so zeigt sich ein äusserst schwacher Strom, in der Schleimhaut vom Querschnitt nach der Unterfläche gerichtet. — Berührt man zwei Puncte der Oberfläche ableitend, von denen einer näher am Querschnitt gelegen ist, so zeigt die Nadel einen Strom an, der in der Haut nach dem dem Querschnitt näheren Punct läuft. Je näher letzterer Punct dem Querschnitte rückt, um so grösser wird die Abweichung der Nadel.

Die Anwesenheit der elektrischen Ströme hängt von der Anwesenheit des lebenden Epithels ab. Entfernt man das Epithel mit Hülfe eines Glasspatelchens oder tödtet man es durch Druck oder durch Bepinseln mit Säuren, Alkalien, Metallsalzen, Aether, Chloroform u. s. w., so erhält man keine Ströme mehr.

Es fragte sich, ob die elektromotorische Wirksamkeit des Epithels in einem bestimmten Verband stände mit der Bewegung der Cilien. Zu diesem Zwecke wurde untersucht, wie sich das elektromotorische Verhalten der Schleimhaut ändere unter dem Einfluss von Agentien, welche die Flimmerbewegung beschleunigen oder verlangsamen. Hierbei ergab sich Folgendes.

Reizt man die mit Kochsalzlösung von 0,5 % bedeckte Membran durch einen einzelnen oder durch eine Reihe von Inductionsschlägen, so zeigt sich unmittelbar nach dem Aufhören der Reizung eine stärkere Abweichung der Multiplicatornadel als vorher. Im Lauf einer oder weniger Minuten kehrt die Nadel dann auf ihren früheren Stand zurück. — Taucht man die Schleimhaut $^1/_4$ bis 2 Minuten in halbprocentige Kochsalzlösung von 30—40° C., dann ist gleichfalls unmittelbar nachher der von der Membran abgeleitete Strom stärker, nimmt jedoch bald wieder ab. Nach einem Aufenthalt von $^1/_2$ bis 1 Minute in halbprocentiger Kochsalzlösung von 45° ist die elektromotorische Wirksamkeit, wie die Flimmerbewegung, vernichtet und kehrt nicht wieder zurück. Bei einer Temperatur von 70° genügt dazu schon ein Aufenthalt von 5 Secunden. Sind die Zellen durch mehrere Minuten langes Verweilen in Kochsalz von 40—44° in den ersten Grad der Wärmestarre gekommen, dann findet man oft, dass die Richtung des Stromes sich umgekehrt hat. Sie bleibt es dann, auch nachdem die Bewegung aus der Wärmestarre wieder erwacht ist. Ebenso kehrt sich der Strom um, wenn die Schleimhaut $^1/_4$ Minute in Kochsalzlösung von 55° verweilt. Die Zellen befinden sich dann im zweiten Grad der Wärmestarre. — Taucht man die Membran in reines Wasser (wodurch die Flimmerbewegung, wie ich früher fand, bedeutend verstärkt wird), so zeigt die Nadel einen bedeutend stärkeren Strom im Multiplicatorkreis an. Dieser Strom kann längere Zeit in gleicher Stärke fortbestehen. — Behandelt man die Schleimhaut mit Kochsalztösung von 1,5 bis 2 %, dann erlischt die Flimmerbewegung viel früher als die elektromotorische Wirksamkeit. Nach Einwirkung von 5procentiger Kochsalzlösung bleibt die Nadel auch bei stärkster Anordnung in Ruhe. Verdrängt man die Kochsalzlösung sogleich wieder durch Wasser oder äusserst verdünnte

zuweisen. Ja von manchen Seiten werden solche Fortsetzungen gleichsam als ein physiologisches Postulat hingestellt und die Vorstellung geäussert, als ob die Wimperbewegung durch Contractionen in dem unter den Cilien gelegenen Protoplasma ausgelöst würde und werden müsste.

In der That sind einige Beobachtungen dieser Vorstellungsweise nicht gerade ungünstig. Verschiedene Untersucher (Valentin, Buhlmann, Friedreich, Eberth, Marchi) glauben deutlich gesehen zu haben, dass die Cilien nicht an der Oberfläche der Zellen aufsitzen, sondern tiefer ins Protoplasma hineinragen. Vor Allem aber hat A. Stuart [1]) einige Beobachtungen mitgetheilt, welche, wenigstens für einen Fall, die Richtigkeit der obigen Anschauungsweise sehr wahrscheinlich machen würden. Er sah den Inhalt der Flimmerepithelzellen des Velum von jungen Eolidinen in eine Anzahl der Längsaxe der Zelle parallele Streifen differenzirt, welche sich durch den hyalinen Deckelsaum unmittelbar in die Flimmerhaare fortzusetzen schienen. Diese Protoplasmastränge zeigten bei Zellen, deren Wimpern in Thätigkeit waren, active Bewegungen, durch welche der Zellenkern hin- und hergeschoben wurde. Standen die Flimmerhaare still, so war gewöhnlich auch der Kern in Ruhe; fingen sie an sich zu bewegen, so begannen auch die Verschiebungen der Kerne. [2]) Nach Rabl-Rückhard [3]) würden freilich die von Eberth und Marchi beobachteten angeblichen Fortsetzungen der Cilien im Innern der Zelle durch Falten in der Zellmembran oder nach unserer Auffassung dieses Theils der Zelle, in der Rindenschicht des Protoplasma vorgetäuscht sein. [4]) Er be-

Salzlösungen, so kehrt die Flimmerbewegung bald zurück, die elektromotorische Wirksamkeit bleibt dagegen meist noch eine Zeit lang unterdrückt, kann sich aber im Verlauf von Minuten bis Stunden vollkommen wieder erholen. — Bringt man die Flimmerbewegung durch Kochsalz von 1,5 % zur Ruhe und lässt dann Ammoniakdämpfe auf die Membran einwirken, so steigt innerhalb der ersten Minuten, während auch die Bewegung wieder erwacht, die Stärke des abgeleiteten Stromes, um dann wieder zu sinken. Aehnlich wirken Aetherdämpfe, die den Strom bald auf Null bringen. — Narcotisirt man eine frische Membran durch Chloroformdämpfe, so nimmt die Stärke des abgeleiteten Stromes, nachdem sie anfänglich beträchtlich gesteigert war, ausserordentlich ab. Verdrängt man hierauf das Chloroform durch atmosphärische Luft, so erwacht die Flimmerbewegung bald wieder, die elektromotorische Wirksamkeit bleibt aber unterdrückt. —

1) Stuart, Ueber die Flimmerbewegung. Inaugur. Diss. Dorpat 1867. p. 12. Die beigegebene Zeichnung sieht leider wenig vertrauenerweckend aus.

2) Leider ist nicht gesagt, ob die Bewegungen der Protoplasmastränge regelmässig periodisch und isochron mit den Bewegungen der Cilien oder wie sonst gewesen seien.

3) Rabl-Rueckhard, Einiges über Flimmerepithel und Becherzellen. Archiv f. Anat. u. Physiol. 1868. p. 72.

4) Die Fälle, wo man eine streifige Fortsetzung der Cilien im Innern des Protoplasma zu sehen meint, sind häufig genug. Die Bilder sind oft nicht leicht zu beurtheilen. Ich möchte hier auf eine Quelle von Täuschungen aufmerksam

obachtete diese Streifen auch bei nicht flimmernden Epithelzellen der Sypho von Buccinum undatum.

Wenn wir aber auch die von Stuart und seinen Vorgängern mitgetheilten Beobachtungen als richtig anerkennen, so steht es doch ebenso fest, dass in sehr vielen Fällen, und zwar in solchen, bei denen die Hauptbedingungen für die Entscheidung so feiner Fragen erfüllt sind, keine Verlängerungen der Cilien ins Innere des Protoplasma sich nachweisen lassen. Es soll hier weniger daran erinnert werden, dass es unmöglich ist, bei vielen und grosshaarigen Flimmerepithelzellen von Wirbelthieren und Wirbellosen solche Verlängerungen wahrzunehmen. Wir möchten vielmehr darauf hinweisen, dass selbst bei vielen grossen Wimpern von Infusorien (z. B. den mächtigen Afterwimpern und Endborsten der Stylonychien), bei denen man doch am Ersten noch eine höhere Differenzirung erwarten dürfte, durchaus keine weiteren Fortsetzungen ins Protoplasma zu bemerken sind. Die Wimpern sind hier, wie bei den meisten Flimmerepithelzellen einfach Anhänge, Auswüchse der Rindenschicht des Protoplasma. Bei vielen Flimmerzellen ist die Rindenschicht in der Ausbreitung, wo die Wimpern aufsitzen, noch besonders zu einem deckelartigen Saum verdickt, der ansehnliche Dicke erreichen kann.

Es steht ferner vollkommen fest, dass das Protoplasma der meisten Flimmerzellen, auch an den unmittelbar unter den Cilien gelegenen, die Basis derselben berührenden Stellen, keine active Beweglichkeit zeigt, gleichviel ob die Flimmerhaare starke oder schwache Bewegungen ausführen. Ich habe mich durch häufige Beobachtungen hiervon überzeugt. Schon durch diese Thatsache wird die Annahme widerlegt, dass die Anregung zur Flimmerbewegung von Contractionen im Zellprotoplasma ausgehe. Ausserdem wird die Unrichtigkeit dieser Vorstellung durch Beobachtungen an Samenfäden dargethan. Auch hier sind ja das Kopf- und Mittelstück, von denen letzteres nach Schweigger-Seidel dem Zellprotoplasma (genauer vielleicht dem Deckelsaum) der Flimmerzellen entspricht, unfähig, active Bewegungen zu vollziehen. [1])

---

machen, welche wol den meisten Trugbildern dieser Art zu Grunde liegt. Bei der grössten Mehrzahl der Flimmerzellen sitzen die Wimpern in grösserer Anzahl über eine krumme Fläche zerstreut. Diese Anordnung macht es unmöglich, alle Wimpern gleichzeitig scharf ins Profil zu stellen. Entspringen nun, wie es fast immer der Fall ist, hinter dem fixirten Rande der Zelle einige Wimpern, so bringen diese, indem sie wie convexcylindrische Gläser wirken, helle Linien in der dunkleren Zellsubstanz hervor und täuschen dadurch streifenartige Fortsetzungen der Wimpern im Innern des Protoplasma vor.

1) Vgl. hierüber Schweigger-Seidel, im Arch. f. mikr. Anat. I. 1865. p. 323 flg.

Wir sehen auch gar nicht ein, warum gerade eine Contraction des Protoplasma der Zelle den Anstoss zur Bewegung geben soll. Wir vermögen uns eben so gut vorzustellen, dass der Anstoss zur Bewegung der Cilie durch einen Vorgang in dem Zellprotoplasma gegeben werde, der sich nicht als sichtbare Ortsbewegung im Protoplasma äussert.

Eine ganz andere Frage ist es, ob zum Zustandekommen der Wimperbewegung nöthig sei, dass die Cilien noch mit der Zelle zusammenhängen. Hiermit hängt die Frage zusammen, ob der Reiz für jede Bewegung des Flimmerhaares von der Zelle ausgehe, oder ob in der Wimper selbst der Anstoss zur Bewegung erzeugt werde.

Man ist ziemlich allgemein der ersteren Ansicht und stützt sich dabei, ausser auf die erwähnten Beobachtungen über das Eindringen der Cilien ins Innere des Protoplasma, vor Allem auf die Thatsache, dass von der Zelle abgelöste Wimperhaare keine Bewegungen mehr zeigen. — Dass die erste Reihe von Beobachtungen nichts beweisen kann, liegt zu sehr auf der Hand, als dass wir Worte darüber zu verlieren brauchten. — Der zweiten Beobachtung, dass isolirte Flimmerhaare nicht mehr schlagen, können wir gleichfalls keine Beweiskraft zuerkennen. Auch unter der Voraussetzung, dass die Ursache der Bewegung in den Flimmerhaaren selbst, und nicht im Zellenleibe läge, ist diese Thatsache nicht wunderbar. Denn die Eingriffe, durch welche das Flimmerhaar von der Zelle entfernt wird, sind von der Art, dass weder die Zelle noch die Cilie Lebensfähigkeit zu behalten braucht; es sind gewaltsame chemische oder mechanische Misshandlungen, die voraussichtlich auch wenn sie den Zusammenhang zwischen Cilie und Zelle nicht lösten, doch die Bewegung unmöglich machen würden.

Es giebt indessen eine andere Reihe von Gründen, welche die Annahme stützen, dass der Anstoss zur Bewegung nicht in der Cilie selbst, sondern in dem Protoplasma, auf dem sie ruht, entstehe. Bei den Wimpern der Infusorien, die unter Herrschaft des »Willens« stehen, scheint zunächst keine andere Möglichkeit denkbar, als dass der normale Reiz vom Protoplasma ausgehe. Sehen wir jedoch von diesen hier ab, so bleiben noch folgende Thatsachen, die ins Gewicht fallen. Vor Allem deutet der Isochronismus der Bewegungen aller auf einer und derselben Zelle eingepflanzten Cilien darauf hin, dass der Reiz, welcher diese Bewegungen auslöst, von einer gemeinschaftlichen Quelle, also dem Boden, auf dem alle Cilien gemeinschaftlich wurzeln, ausgehe. Der Werth dieser Thatsache des Isochronismus wird noch erhöht durch die leicht zu bestätigende Beobachtung, dass

die Frequenz der Schwingungen auf zwei benachbarten Zellen sehr verschieden sein kann: oft sieht man die Wimpern der einen Zelle kaum eine Schwingung, die der Nachbarzelle fünf und mehr Schwingungen in der Secunde machen. — Sind die Wimpern durch Einwirkung von z. B. Alkalien oder Säuredämpfen zur Ruhe gekommen, so erwachen bei Neutralisation der schädlichen Flüssigkeit die Cilien einer und derselben Zelle fast immer gleichzeitig, während auf zwei benachbarten Zellen das Wiedererwachen sehr ungleichzeitig stattfinden kann. Auch diese Beobachtungen sprechen für obige Auffassung und nicht minder die Thatsache, dass die Bewegungen aller Cilien an der Basis zu beginnen und sich erst von hier nach der Spitze der Haare fortzupflanzen pflegen.

Indess könnte hier immer noch gezweifelt werden, ob der Anstoss für die Bewegung wirklich von dem eigentlichen Protoplasma der Zelle ausgehe, oder nicht vielleicht blos von dem deckelartigen Saum, der die gemeinschaftliche Basis aller Flimmerhaare einer Zelle zu bilden pflegt. Wir halten diese Frage für sehr untergeordneter Natur, da wir uns im Hinblick auf die chemischen und physikalischen Eigenschaften der äusseren Begrenzungsschicht des Protoplasma der Flimmerzellen zu der Annahme einer wirklichen Zellmembran nicht entschliessen können, sondern darin nur eine dichtere Schicht Protoplasma erkennen, wie sie an den freien Flächen fast aller lebenden Protoplasmakörper vorhanden ist, eine Schicht nämlich, die nach innen zu ganz allmählich in minder dichtes Protoplasma übergeht. Diese Rindenschicht kann sich unter den Flimmerhaaren zu einem merklich dicken Saum ausbilden, der sich in vielen Fällen dann allerdings schärfer gegen das Zellprotoplasma abgrenzt. Sehr häufig ist aber sicher kein besonders differenzirter Saum als Grundlage der Cilien da. Bei den Flimmerzellen vom Frosch findet man ihn zuweilen nicht, zuweilen ist er sehr deutlich und es scheint, als ob er leicht unter dem Einfluss gewisser Reagentien entstehen könne.

Jedenfalls ist sicher, dass ein grosser Theil des Zellprotoplasma verloren gegangen sein kann, ohne dass die Bewegungen aufhören oder ihren Charakter ändern. Ich habe mehrmals ganze Reihen Wimpern von Austerkiemen noch minutenlang fortschlagen sehen, nachdem der grösste Theil des Protoplasma der Zellen mit den Kernen abgerissen war. Und so sieht man ja oft auch Samenfäden von Säugethieren z. B., an denen der Kopf fehlt und wo es oft zweifelhaft ist, ob von dem Mittelstück noch etwas mit dem Schwanz in Verbindung blieb. Hieraus geht jedenfalls hervor, dass der Anstoss zur Bewegung nicht vom Kern ausgeht und dass, falls wirklich das Protoplasma der

Zelle (resp. das Mittelstück des Samenfadens) die Quelle der Erregung ist, der dicht unter den Wimpern gelegene Theil desselben zur Unterhaltung der rhytmischen Erregung genügt.

In engem Verband mit der vorliegenden Frage stehen noch einige interessante Thatsachen, deren wir hier gedenken wollen, da sie den Beweis zu liefern scheinen, nicht nur dass der Anstoss für die Bewegung der Flimmerhaare im normalen Zustand vom Zellenkörper ausgehe, sondern auch dafür, dass sich die Reizung, wenigstens in einem Flimmerepithelium, dessen Zellen noch in normaler Weise untereinander zusammenhängen, von Zelle zu Zelle fortzupflanzen vermöge. Das eine Phänomen, welches eine gründliche Untersuchung in hohem Maasse verdienen würde, ist Jedem bekannt, der öfter lebendes Flimmerepithel untersucht hat. Es besteht in Folgendem. Beobachtet man einen flimmernden Epithelstreif, am Besten ein Kiemenstückchen einer Muschel, so bemerkt man sogleich, dass die Schwingungen der Cilien auf benachbarten Zellen nicht isochronisch sind, sondern in einer festen Ordnung auf einander folgen. Geht man von einer bestimmten Zelle aus, so sieht man, wie hier die Bewegung in einem bestimmten Augenblick beginnt, einen Moment später die nächstliegende Zelle ergreift, noch etwas später die auf diese folgende Zelle u. s. w. So läuft der Erregungsvorgang wie eine Welle in gerader Linie von Zelle zu Zelle fort. Dies wiederholt sich immer aufs Neue, und immer wieder läuft die Welle in der nämlichen Richtung.[1] Die Richtung ist meistens geradlinig, aber in Bezug auf die Schwingungsebene der Flimmerhaare nicht auf allen Localitäten gleich, bei den grosshaarigen Flimmerzellen auf den Kiemen der Bivalven z. B. senkrecht auf der letzteren. Je schneller die Cilien schwingen, desto rascher läuft auch die Welle. Ihre Geschwindigkeit schätzte ich bei möglichst unversehrten Kiemenstückchen, der Auster z. B., oft auf 0,5 Mm. in der Secunde. Werden die Bewegungen der Cilien langsamer, so pflanzt sich auch die Erregung langsamer von Zelle zu Zelle fort. Anfangs läuft die Welle immer so weit, als unversehrte Zellen neben einander liegen. Allmählich wird aber ihr Lauf durch Absterben einzelner Zellen unterbrochen. Einzelne Zellen beginnen mit anderer Frequenz zu schwingen als die benachbarten, und endlich kann die Periode fast für jede Zelle eine andere sein. In diesem Zustand, der bei dem erwähnten Kiemenepithel der Bivalven

1) Dasselbe Phänomen ist auch auf wimpernden Körpertheilen, die keine Zusammensetzung aus Zellen erkennen lassen, sehr verbreitet. So bei vielen niedern Organismen. Die Räderthiere verdanken ihm ihren Namen.

oft erst sehr spät, auf der zweiten, zartbewimperten Art des Kiemenepithels von Muscheln, wie auch auf dem Epithel der Rachenschleimhaut vom Frosch schneller einzutreten pflegt, ist von einem wellenartigen Fortschreiten der Bewegung nur hie und da noch etwas zu sehen. Statt langer, über grosse Strecken hinlaufender Wellen, sieht man viele kleine Wellensysteme, hervorgebracht durch die Thätigkeit kleinerer und grösserer Gruppen von Zellen, die noch im gleichen Tempo und in regelmässiger Aufeinanderfolge arbeiten. Dies sind immer Zellen, die unter sich in normaler Weise zusammenhängen, sich vollkommen berühren. Ich glaube das Phänomen einige Male an Zellen beobachtet zu haben, die sich im Zusammenhang von dem Bindegewebe der Schleimhaut abgelöst hatten und frei herumschwammen.

Ein anderes merkwürdiges Phänomen beobachtete ich am Kiemenepithel von Bivalven. Die Bewegungen hatten sich in Folge des Zusatzes etwas concentrirterer Kochsalzlösung ein wenig verlangsamt; an verschiedenen Stellen waren die Bewegungen auf längeren Zellenreihen ganz erloschen. Plötzlich begann auf einer oder mehreren dieser Zellenreihen die Bewegung wieder, und zwar sofort mit grosser Kraft und Frequenz. Nach ein paar Minuten standen die Cilien wieder still. Einige Zeit darauf fing das Spiel plötzlich in derselben Weise wieder an, und dies wiederholte sich noch mehrmals. Noch merkwürdiger ist eine ähnliche Beobachtung, welche Purkinje und Valentin an den Nebenkiemen der Muscheln machten, und die ich gleichfalls einige Male bestätigt habe. Das Phänomen wird von Valentin sehr treffend folgendermaassen beschrieben: »Nachdem eine Reihe von Haaren eine Zeit lang gleichförmig und in einer bestimmten Richtung geschwungen, wendet sie sich plötzlich mit einem Ruck, und ebenfalls gleichförmig, gleich einer schwenkenden Colonne Soldaten, nach der entgegengesetzten Richtung, schwingt nun nach dieser Direction, und kehrt nicht selten durch einen neuen, ähnlichen, gleichförmigen, aber entgegengesetzten Ruck zur alten Schwingungsrichtung wieder zurück. In der Regel hat die Colonne vorn und hinten scharfe Grenzen, während dicht neben diesen befindliche Haare mehr selbständig ungestört fortschwingen.«

Diese Beobachtungen stützen die Annahme wol am Meisten, dass der Anstoss zur Bewegung der Cilien nicht in den Flimmerhaaren selbst entstehe, sondern von den Zellen ausgehe. Indessen stehen ihnen einige Thatsachen gegenüber, welche zu Gunsten der Ansicht

---

1 Valentin, Art. Flimmerbewegung im Handwörterbuch d. Physiol. I. p. 513.

gedeutet werden dürfen, dass auch in der Substanz der Cilie selbst, unabhängig von dem Protoplasma der Zellen, Reize für die Bewegung, und zwar für rhythmische Bewegung entstehen können. Die Beobachtung, die hier Alles mit einmal entscheiden würde, die Beobachtung nämlich einer vollkommen von der Zelle isolirten schwingenden Wimper ist leider nicht gemacht. Ein Beispiel automatischer Erregbarkeit der Ciliensubstanz scheinen indess die fadenförmigen Spermatozoen mancher niederen Thiere (gewisser Würmer und Arthropoden namentlich) zu liefern. Diese Fäden lassen nach den bisherigen Untersuchungen durchaus keine Differenzirung in mehrere Abschnitte (analog Kopf-, Mittel- und Schwanztheil) erkennen, sondern scheinen in der ganzen Länge aus derselben Substanz zu bestehen.[1]) Hieraus würde jedoch noch nicht folgen, dass alle Ciliensubstanz automatisch erregbar sei, und es bliebe immer noch denkbar, dass sie in den Fällen, wo sie mit Protoplasma zusammenhinge, immer von diesem aus den Reiz empfinge. Die Beobachtungen, welche mit der Annahme vereinbar sind, dass auch in den letzteren Fällen eine automatische Erregung der Flimmerhaare möglich sei, sind folgende. Oft bewegen sich bei Flimmerhaaren nur die Spitzen, während die nach der Basis zu gelegenen Partien ganz ruhig sind. Wir haben diese Erscheinung schon früher erwähnt und unter anderen bei Schilderung des Wasserstoffstillstandes der Flimmerzellen des Frosches hervorgehoben, dass diese Schwingungen rhythmisch erfolgen, aber bei verschiedenen Cilien einer und derselben Zelle meist nicht mehr isochronisch sind. — Eine ganz ähnliche Erscheinung beobachtet man oft bei Infusorienwimpern (den Endborsten von Euplotes z. B.), deren Spitzen in Fibrillen gespalten sind. Die Hauptmasse des Haares, das übrigens in allen seinen Theilen vollkommen gut beweglich bleibt, ist hier oft eine Zeit lang ganz still, während die Fibrillen an der Spitze des Haares lebhafte Bewegungen ausführen. Diese Thatsachen lassen nur zwei Erklärungen zu: entweder nimmt man an, die Ciliensubstanz besitze automatische Erregbarkeit; oder man nimmt an, sie sei nur durch einen vom Protoplasma ausgehenden Reizungsvorgang erregbar und dieser könne sich durch einen Theil der Wimper fortpflanzen, ohne in diesem Bewegung auszulösen. Beide Annahmen lassen sich vertheidigen.

Endlich gedenken wir hier noch der in vieler Hinsicht merkwürdigen Resultate, welche die Untersuchung über den Einfluss elektri-

---

1) Leider habe ich keine eigenen Erfahrungen über diese Gebilde. Es ist denkbar, dass bei genauerer Untersuchung auch hier ein complicirterer Bau sich nachweisen liesse.

scher Reizung geliefert hat. Vor Allem die Beobachtungen über die Wirkung einer einzelnen Stromschwankung scheinen uns bemerkenswerth, weil sie in so auffälliger Weise die Unzulässigkeit gewisser beliebter Vergleiche zwischen Cilien- und Muskelsubstanz darthun. Wir sahen, dass in Folge momentaner elektrischer Reizung niemals ein der Zuckung des Muskels vergleichbares einfaches Phänomen am gereizten Flimmerhaar auftrat, sondern dass sich die stattgehabte Erregung als Steigerung (unter gewissen, bekannten Umständen auch als Hemmung) der periodisch-rhythmischen Thätigkeit der Cilie äusserte. Diese Thatsache lässt nur zwei Annahmen zu. Entweder die Ciliensubstanz selbst ist elektrisch nicht reizbar — und dann beruht der Erfolg der Reizung auf einer Erhöhung der periodisch-rhythmischen Thätigkeit des Protoplasma, auf dem die Cilien sitzen, verbunden vielleicht mit einer Veränderung der Erregbarkeit der Wimpersubstanz für den vom Protoplasma kommenden Reiz. Oder die Ciliensubstanz selbst ist elektrisch reizbar, und dann liegt die Ursache der Periodicität der Bewegungen in ihrem eigenen Bau. Welcher der beiden Annahmen man sich auch zuwenden möge, jedenfalls beweist die Thatsache, dass zwischen Muskel- und Flimmersubstanz fundamentale Unterschiede bestehen. Sie warnt uns, im Verein mit den übrigen Ergebnissen unserer Untersuchung, vor dem Versuche — zu dem neuerdings wieder häufig der Anlauf genommen wurde — eine möglichst vollständige Analogie zwischen den am Muskel und den an den Flimmerapparaten beobachteten Erscheinungen herzustellen. Auch eine Betrachtung der Analogien, welche zwischen Flimmer- und Protoplasmabewegung bestehen, scheint uns so lange noch wenig Nutzen zu versprechen, als die Bedingungen, unter denen die Protoplasmabewegung zu Stande kommt und die Aenderungen, welche dieselbe unter dem Einfluss verschiedener Agentien unter verschiedenen Bedingungen erleidet, nicht noch gründlicher bekannt sind. Vielleicht finden wir selbst bald Gelegenheit, zur Ausfüllung dieser Lücke etwas beizutragen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VI.

Alle Figuren sind in natürlicher Grösse gezeichnet.

Fig. I. Flächenansicht der Gaskammer von oben.

aa Der Deckel mit der centralen Oeffnung *b*, welche innen durch das Deckglas verschlossen wird (vergleiche Fig. II u. IV).

cc Die Klammern mit den Schrauben, durch welche der Deckel auf die messingenen Seitenwände der Kammer aufgepresst wird. Ihre Anwendung ist nur dann nöthig, wenn der Gasdruck im Inneren der Kammer so hoch steigen sollte, dass der Deckel emporgehoben wird. Für gewöhnlich reicht es aus, die Ränder des Deckels mit etwas Fett zu bestreichen und denselben dann fest aufzudrücken.

d Ein Einschnitt im Deckel, der das Hervorziehen und hiermit das Abheben des Deckels erleichtert.

ee Die messingenen Ansatzröhren, zum Befestigen der Kautschukschläuche. Für den Gebrauch der Kammer auf dem heizbaren Objecttisch von M. Schultze werden Ansatzröhren von 35 Millimet. Länge angeschraubt.

Fig. II. Verticaler Längsschnitt durch die Mitte der Gaskammer.

aa Der Deckel.

b Das Deckglas, welches die centrale Oeffnung von unten her verschliesst und an dessen Unterfläche der Tropfen mit dem Object kommt.

c, *d*, *e* wie in Fig. I.

f Die den Boden der Gaskammer bildende Glasplatte.

Fig. III. Verticaler Querschnitt durch die Kammer, in der Höhe einer der beiden Klammern. Zeigt die Befestigung des Glasbodens *f* in den Seitenwänden. Ebenso die Befestigung der Klammer *cc*.

Fig. IV. Verticaler Längsschnitt durch die Mitte des Glasdeckels für elektrische Reizung.

xx Die beiden Oeffnungen im Glasdeckel, durch welche die Elektroden in's Innere der Kammer treten. Die Oeffnungen sind mit Thon ausgefüllt, welcher sich auf der unteren Fläche des Deckels in einer Rinne, die unten durch ein Deckglas *h* geschlossen ist, bis an den Rand des Präparates fortsetzt. Bei *xx* werden die Thonspitzen der du Bois'schen unpolarisirbaren Elektroden aufgesetzt.

Fig. V. Verticaler Querschnitt durch den Deckel für elektrische Reizung, in der Höhe einer der Oeffnungen für die Elektroden.

gg Die beiden Glasleistchen im Querschnitt, welche die Rinne für den Thon bilden.

x und *h* wie in Fig. IV.

Beitrag zur Lehre vom Ileotyphus.

Von

Dr. M. Seidel.

Mit Tafel VII.

Im Folgenden gebe ich einen kurzen Ueberblick über die Fälle von Ileotyphus, die während der 5 Jahre von 1862 bis 1866 auf der inneren Abtheilung des hiesigen Landkrankenhauses und in der Poliklinik zur Beobachtung kamen. Die Resultate, zu denen wir dabei kommen werden, weichen in manchen Stücken nicht unbeträchtlich von dem ab, was man als das Regelmässige oder Normale bei dieser Erkrankung zu betrachten pflegt, und wenn auch so kleine Zahlen, mit denen wir hier nur operiren können, natürlich nicht im Stande sind, irgend welche Frage zu entscheiden, oder auch nur eine Regel zu erschüttern, so verdienen sie doch immerhin, abgesehen von der Genauigkeit der Beobachtung gerade deshalb Beachtung, weil sie Ausnahmen repräsentiren, weil sie ein neuer Beleg sind für die Differenzen im Verlauf und in den Ausgängen dieser mannigfach sich gestaltenden Erkrankung.

Betrachten wir zunächst die einfache Statistik, so betrug die Zahl der innerhalb der genannten 5 Jahre behandelten Ileotyphuskranken 130; 62 männliche, 68 weibliche Individuen; von denen 44 im Spital, 86 in der Poliklinik behandelt wurden. Sie vertheilen sich auf die 5 Jahre so, dass auf das Jahr

1862	5
1863	38
1864	38
1865	44
1866	5
	130 Fälle kommen.

Nach den Monaten vertheilen sie sich so, dass auf den

Januar	5
Februar	6
März	4
April	—
Mai	—
Juni	2
Juli	10
August	14
September	32
October	26
November	16
December	15
	130 Fälle kommen.

Nach dem Alter geordnet bekommen wir folgende Zahlen:

1 — 5. Jahr	8	
6 — 10. -	22	
11 — 15. -	16	
	46	
16 — 20. -	12	
21 — 30. -	27	
31 — 40. -	23	
	62	
41 — 50. -	13	
51 — 60. -	6	
61 — 70. -	2	
71 — 80. -	1	
	22	Summa 130.

Die Mortalität gestaltet sich so: Es starben von den 130: 18; 8 Männer und 10 Weiber, = 13,84 %. Von diesen starben im Spital von 44 Kranken 7, = 15,90%; in der Poliklinik von 86 11, = 12,79%, und zwar kommen die Sterbefälle nach dem Alter in folgender Weise:

1 — 5. Jahr	—
6 — 10. -	—
11 — 15. -	2
16 — 20. -	3
21 — 30. -	5
31 — 40. -	6

41 — 50. -	1
51 — 60. -	—
61 — 70. -	1
71 — 80. -	—
	18.

Die Vertheilung der Fälle auf die einzelnen Monate entspricht im Ganzen dem häufigsten Verhalten der Krankheit, die grösste Frequenz fällt auf September und October, sie nimmt allmählich durch die Wintermonate hindurch ab; im April und Mai fehlt die Krankheit vollständig und steigt vom Juni bis August die Frequenz ziemlich rasch. In Betreff des Alters stellt sich das Verhältniss so, dass von den 130 Fällen 46 auf das 1. bis 15. Jahr[1], also auf das Kindesalter fallen, = 35,4 %; 62 auf das 16. bis 40. Jahr, = 47,7 %; jenseits des 40. Jahres 22, = 16,9 %; noch jenseits des 50. Jahres 9, = 6,9 %. Es stimmt dieses Procentverhältniss der Erkrankungen nach dem Alter nur mit wenigen Beobachtungen, die ich darüber vergleichen konnte. Das überwiegend starke Erkranken im eigentlichen Blüthealter, speciell vom 20. bis 40. Lebensjahre, entspricht zwar dem Resultate vieler Statistiken; ganz auffallend aber sind die Zahlen für das Kindesalter und höhere Alter durch ihre abnorme Höhe. Griesinger fand in seiner Statistik aus dem Züricher Spitale für die Altersklasse jenseits des 40. Lebensjahres 12,9 %, »eine Zahl die Alles, was an anderen Orten hierüber beobachtet wurde, übersteigt, und auf in Zürich wirkende intensive Typhusursachen schliessen lässt.« Unsere Procentzahl ist noch um ein Viertheil höher, und wenn sich auch nicht verkennen lässt, dass dieselbe nach der Durchschnittserfahrung sehr hoch ist, so muss man doch berücksichtigen, dass die in Spitälern gewonnenen Zahlen den wirklichen Häufigkeitsverhältnissen aus naheliegenden Gründen durchaus nicht immer entsprechen. Man braucht sich nur daran zu erinnern, wie viel häufiger Gesellen, Dienstboten u. s. w., die meist im jugendlichen Alter stehen, bei länger dauernden Erkrankungen in die Spitäler eintreten, als Verheirathete oder überhaupt Glieder einer im Orte wohnenden Familie. Es kommen deshalb Zahlen die aus Spital und poliklinischer Praxis gewonnen werden, der Wahrheit schon beträchtlich näher. Ich bemerke, dass einige Male sehr intensive Hausepidemieen beobachtet wurden, so dass bei einigen sämmtliche Familienglieder erkrankten. Dies war z. B. in einem Hause der Fall, wo

1) Nur 2 Fälle hatten das 14. Lebensjahr überschritten und beide hatten noch vollständig den kindlichen Habitus.

der älteste und jüngste Fall unserer Beobachtung, eine Frau von 72 Jahren, ein Knabe von 1 1/2 Jahren erkrankten, nachdem die übrigen 6 Familienglieder der Reihe nach am Typhus erkrankt und zum Theil gestorben waren. Wenn aber auch ein Theil der zahlreichen Erkrankungen von Kindern und alten Leuten auf intensive Hausepidemieen kommt, so bleibt doch ein beträchtlicher Theil, wo dieses Verhältniss nicht erhoben werden konnte.

Noch weit mehr aber als in Bezug auf die Häufigkeitsverhältnisse weichen unsere Zahlen ab von den gewöhnlichen Resultaten in Bezug auf die Mortalität nach den verschiedenen Altersclassen. Bis zum 15. Jahre stellt sich das Verhältniss 2 auf 46 = 4,34 %; vom 15. bis 40. Jahre 14 auf 62 = 22,58 %; jenseits des 40. Jahres 2 auf 22 = 9,09 %. Die Kindertyphen, überhaupt leichter als die der Erwachsenen, geben nach anderen Zusammenstellungen etwa eine Mortalität von 10 %, über das Doppelte höher als unsere Procentzahl. Ebenso nur noch bedeutender ist die Differenz für ältere Leute. Griesinger nach einer beträchtlichen Zahl von Fällen eigener Beobachtung, berechnet die Mortalität jenseits des 40. Jahres auf 26 %, bei Uhle, allerdings nur nach 9 Fällen stellt sie sich gar auf 56 %. Unsere Fälle jenseits des 40. Jahres waren in der Mehrzahl schwerere und von langer Dauer, doch auch recht leichte darunter: die 72jährige Frau, die oben erwähnt wurde, überstand den Typhus nach mehrwöchentlichem Krankenlager glücklich. Gerade das Blüthenalter hat bei uns eine verhältnissmässig hohe Procentzahl. Mortalitätsstatistiken nach den Lebensjahren haben an sich im Ganzen wenig Werth. Das wirkliche Gealtertsein, das in Rücksicht auf die Widerstandsfähigkeit gegen das andauernde Fieber von Belang sein mag, richtet sich bekanntlich nicht immer nach den Jahren. Unsere Zahlen mögen dazu beitragen, zu zeigen, dass man bei so differenten Resultaten nur nach sehr grossen Zusammenstellungen eine annähernd richtige Beurtheilung der hier in Frage stehenden Verhältnisse wagen kann.

Von den 18 Todesfällen konnte die Zeit, die vom Anfange der Erkrankung bis zum Tode verlief, auf den Tag genau ermittelt werden bei 10. Es starben von diesen 10 in der 1. Woche —, 2. Woche 2, 3. Woche 1, 4. Woche 2, 5. Woche 2, 6. Woche 3. 16 Mal konnte die Section gemacht werden. Aus den Protokollen theile ich nur das Wichtigere mit. Die Infiltration und Verschwärung der Peyerschen Plaques und solitären Follikel war 10 Mal intensiv, 6 Mal unbedeutend; im Colon 10 Mal Infiltration und Ulceration der solitären Drüsen. 4 Mal reichlich, 6 Mal unbedeutend. Ausserhalb des Ileum und Colon wurden keine Infiltrationen beobachtet. Die Mesenterial-

drüsen stets geschwollen, mitunter zu nussgrossen Packeten mit Infiltration. Perforation des Darms 1 Mal Ende der 3. Woche. Herz: frische Endocarditis 2 Mal; beide Fälle mit keilförmigen Heerden in der Milz, der eine dunkelroth, der andere bereits gelblich gefärbt, in der Mitte erweicht. Ergüsse ins Pericard 1 Unze und darüber 4 Mal. Blasse Färbung der Musculatur des Herzens bald mehr des rechten, häufiger des linken Ventrikels mit mehr weniger grosser Brüchigkeit derselben, wurde 10 Mal notirt. In den Lungen wurde ausser den gewöhnlichen Befunden von Katarrh der Bronchen, Emphysem, Oedem, Atelektase, Hypostase und lobulären Heerden gefunden: grössere pneumonische Heerde 3 Mal mit frischer Pleuritis ohne erhebliche Exsudation; 1 Mal 1 grosses fibrinös seröses Exsudat etwa 1 Maas mit einem apfelgrossen pneumonischen Heerd im rechten oberen Lappen; einmal ein keilförmiger Heerd am linken oberen Lappen grauroth, die Pleura darüber nekrotisch; einmal Ossification der Bronchen; einmal innerhalb einer gallertigen Hepatisation des rechten unteren Lappens nahe der Oberfläche eine nussgrosse Höhle mit fetzigen Wandungen, Verstopfungen mehrerer Pulmonalarterienäste grösseren Kalibers durch Embolie aus der linken Vena cruralis. Kehlkopf: Ulcerationen 2 Mal, das eine Mal ausgebreitet, das andere Mal eine kleinere, beide an der hinteren Wand; ein Mal noch eine linsengrosse stark geröthete Stelle an der hinteren Wand. Die Milz oft beträchtlich vergrössert, ebenso die Nebenmilzen, einmal die Milz, die nicht vergrössert war, strangförmig fixirt, die Kapsel mit alten Verdickungen versehen. 7 Mal fanden sich Ekchymosen an verschiedenen Organen, Pleura, Pericard, Leber, Magen etc. Im Hirn ausser leichterem Oedem und etwas vermehrtem Serumgehalt der Ventrikel ein Mal ein kleiner Erweichungsheerd im Pons. Die Nieren in einigen Fällen in der Corticalis geschwellt, blassgelb, streifig. Die Leber wurde in der Mehrzahl der Fälle von etwas blasserer Farbe, grauroth, selbst graugelb gefunden, brüchig, fettreich, die Zeichnung der Acini undeutlich. —

Von den Ortschaften, die dieses Material lieferten, werden einige häufiger, andere seltener vom Typhus befallen. In der Stadt Jena kommen wohl alljährlich Typhusfälle vor; ebenso in den ganz nahe an der Saale tief gelegenen Ortschaften Camsdorf und Wenigenjena; auch Jenapriesnitz hat schon wiederholt grössere Epidemieen gehabt. [1]) Ziegenhain hatte die letzte im Jahre 1859—60. Aus den genannten Ortschaften und den hoch gelegenen Dörfern Lützeroda und Cospoda stammen von den 130 Fällen 117; der Rest fällt auf eine Anzahl an-

1) LOTHHOLZ, Dissertat.: Beitrag zur Aetiologie des Ileotyphus. Jena 1866.

derer Dörfer, die von der Poliklinik aus behandelt werden; und auf von aussen eingeschleppte.

Genaue Krankengeschichten liegen mir von 50 Fällen vor, davon 44 aus dem Spital; und zwar betreffen dieselben 36 Erwachsene und 14 Kinder. Aus diesem Material sind die folgenden Bemerkungen über eine Reihe der wichtigeren und interessanteren Puncte der Erkrankung entnommen.

Unter 50 Fällen kamen 23 Personen aus Häusern, wo notorisch Typhus herrschte, so dass öfters mehrere Familienglieder oder Hausgenossen von demselben erkrankt waren. 2 Mal herrschte Typhus nicht im Hause selbst, sondern in der nächsten Nachbarschaft; 9 Mal herrschte Typhus im Orte, 4 Mal erkrankten Kranke, die in der Anstalt an anderen Krankheiten lagen, oder daselbst beschäftigt waren (siehe unten); 2 Fälle kamen weiter her von auswärts, einer von Hamburg, einer von einem Manövre. In 10 Fällen konnte kein näherer Zusammenhang ermittelt werden, obgleich auch bei diesen Fällen die Sache mehrmals so lag, dass in den nächsten Nachbarorten bestimmt Typhuskranke lagen, die betreffenden Individuen auch in diesen Orten gewesen, aber angeblich nicht in Häuser, wo Kranke lagen, gekommen waren. —

Von Hausepidemieen hatten wir ausser dem z. B. oben erwähnten eclatanten Falle, wo sämmtliche Individuen vom zartesten Kindesalter bis ins höchste Greisenalter erkrankten, noch eine ganze Reihe von Fällen; und ebenso liess sich mehrfach ein Ausstrahlen der Erkrankung von einem intensiven Heerde und die Bildung neuer Typhusheerde verfolgen; Zustände, die sich am besten durch eine Contagion im weiteren Sinn des Wortes erklären lassen. Von der eben erwähnten Familie wurden nach dem Tode der beiden Eltern die Kinder einige Tage bei Verwandten untergebracht, bevor sie ins Spital übersiedelten; nach einiger Zeit erkrankten mehrere dieser Personen. Nachdem in Wenigenjena 1864 in unmittelbar bei einander liegenden Häusern 9 Typhusfälle vorgekommen waren, wurden Mann und Frau W. nebst deren Dienstmädchen B. wegen gänzlichen Mangels an Pflege ins Spital aufgenommen. Die Schwester der Frau W., Frau G., nahm die Kinder dieser Eheleute am 14. September zu sich nach Jena. Eines der Kinder litt damals angeblich einige Tage an einfacher Diarrhoe. Am 3. October erkrankte zunächst der Ehemann der Frau G. — der die erkrankten Verwandten nicht besucht hatte, am Typhus; am 9. October die Frau G. selbst, die mehrfach bei ihrer

kranken Schwester gewesen war, dieselbe starb; und endlich erkrankte auch der Sohn dieser Eheleute, E. G. In einer Reihe anderer Fälle, deren Mittheilung ich der Güte des Herrn Hofrath Gerhardt verdanke, war der Zusammenhang und die Verschleppung des Contagiums nach anderen Stadttheilen, und die Bildung neuer Heerde ebenfalls genau zu verfolgen. In einem höchst unreinlich gehaltenen kleinen Hause, in dem die Luft mit Fäulnissproducten aller Art geschwängert war, erkrankten Ende des Mai 1864 ein 9jähriger Knabe T., später dessen Mutter, als er selbst Reconvalescent war, und als die Mutter in Genesung begriffen war, auch der Vater, so dass sich in diesem Hause die Fälle durch 4 Monate bis Ende September hindurchzogen. Erst zu Anfang October brach in den Nachbarhäusern der Typhus aus, von denen 5 Fälle zu unserer Kenntniss kamen. Von diesen 5 ging ein Dienstmädchen, Ch. R., die nur sehr leicht erkrankt war, zu ihrer Mutter in einen ganz anderen Stadttheil und liess sich dort 10 Tage verpflegen. Nach einiger Zeit erkrankte ihre Mutter und starb Anfang Decembers. Kurz hinter einander erkrankten dann in einem Nachbarhause 3 weitere Personen und in geringer Entfernung in derselben Gasse noch eine Reihe von Individuen. Von demselben Hause T., von dem diese ganze Erkrankungsreihe ausging, datirte auch ein Fall in einem Nachbardorfe A., der Tagelöhner S., der im Hause des T. mehrfach gearbeitet hatte und schon Mitte October erkrankte. Er blieb in seinem Dorfe vereinzelt. — Von den 4 Personen, die im Spital erkrankten zu einer Zeit, als das Isolirhaus noch nicht existirte, sind 3 mit Wahrscheinlichkeit als durch Typhuskranke vermittelt anzusehen, wenigstens die Möglichkeit der Erkrankung auf dem Wege der Ansteckung vorhanden. Der erste Fall W. trat ins Haus ein wegen secundärer Syphilis am 30. September 64, erkrankte am Typhus den 25. Novbr. Es lag Typhus im Hause seit den 11. August, eine Kranke D., die am 22. August starb, doch lag diese in einer ganz anderen Etage, weit entfernt bei einer anderen Wärterin, dann wurden am 13. und 14. September 3 Typhen aufgenommen, darunter ein sehr schwerer auf demselben Corridor in ein geräumiges Zimmer gelegt, der dort bis Ende November lag. Auch am 9. November war ein Fall aufgenommen worden und auf denselben Corridor gelegt. Dasselbe gilt für den 2. Fall E., die ebenfalls an secundärer Syphilis am 26. Oct. aufgenommen wurde und am 12. December erkrankte. Sie befand sich in demselben Zimmer, wie die W., unter ganz gleichen Bedingungen, und lag mit dieser in den ersten paar Tagen, ehe die Diagnose auf Typhus gestellt werden konnte. Bett an Bett. Die dritte Person, Wärterin H., erkrankte Ende November, nachdem vom September ab

Typhus im Hause aber nicht auf ihrer Abtheilung gelegen hatte. Alle 3 Personen befanden sich in, wenn auch nicht unmittelbarer Nähe von Typhuskranken, so doch in manchen indirecten Beziehungen, durch das Wartpersonal, durch Benutzung der Aborte, wo die Typhusdejectionen entleert waren u. s. w. Beim 4. Fall. K. lässt sich ein näherer Zusammenhang nicht angeben. Das Kind lag schon seit einer Reihe von Monaten im Hause, erkrankte am 14. Juli 65, nachdem der letzte Typhusfall bereits am 11. April 65 das Haus verlassen hatte.

Für die Incubation lässt sich aus unseren Fällen nur einer verwerthen, der aber auch recht beweisend ist. Die kranke P. pflegte auswärts, 8 Stunden von hier, ihre Mutter 3 Wochen lang an Typhus, bis zu deren Tode. Sie kehrte hierher zurück am 26. Juli 66 und erkrankte am 8. August ganz isolirt. Die letzten Typhusfälle waren im März dagewesen, die nächsten kamen erst im November. Es berechnet sich die Incubation also mindestens auf 12 Tage. Der oben mitgetheilte Fall der Familie G., die die Kinder ihrer am Typhus erkrankten Verwandten, von denen das eine an Diarrhoe litt, zu sich nahmen, spricht ebenfalls für eine beträchtliche Dauer der Incubation. Es reihen sich diese Beobachtungen denen von Lothholz s. ob. publicirten Fällen einer längeren Dauer der Incubation an. Es spricht für dieselbe schon die oft bezweifelte Contagiosität der Erkrankung, die bei langer Incubation verständlicher wird. Ob auch ganz kurze Incubationsdauer vorkommt, von Stunden oder ein paar Tagen lasse ich dahingestellt, nach den Erfahrungen bei den meisten Infectionskrankheiten, ist eine so beträchtliche Differenz nicht gerade wahrscheinlich.

Betrachten wir zunächst die 36 Fälle, die Erwachsene betrafen, in Bezug auf die Symptomatologie etwas genauer. Die gewöhnlichen Initialsymptome: Kopfschmerz, Schwindel, Mattigkeit, Flimmern vor den Augen, Ohrensausen, Uebelkeit, Appetitmangel waren in den verschiedenen Fällen verschieden vertreten. 7 Fälle begannen mit einem intensiven Froste, 3 ohne alles Frieren, sogleich mit Hitzegefühl, es waren sämmtlich Personen, die sich im Zimmer aufzuhalten genöthigt waren, die meisten Fälle begannen mit wiederholtem Frösteln; 2 Mal begann die Erkrankung mit lästigem beängstigendem Herzklopfen, das sich später verlor, ohne dass während des Verlaufs und später am Herzen irgend welche Veränderung nachgewiesen werden konnte. Ein Typhusanfang wurde verwischt durch Symptome einer Jodvergiftung: Thränen der Augen, Injection der Conjunctiva, leichten Speichelfluss, Schmerzen in den Drüsen des Unterkiefers und Acneeruption; das Thermometer klärte den Fall alsbald auf. Sehr verbreitete Gliederschmerzen in Nacken, Gelenken, Kreuz, Extre-

mitäten, und von Anfang an auffallende Mattigkeit, so dass sich selbst kräftige Individuen sofort zu Bett legten, kamen 7 Mal vor und sind prognostisch schlecht, von diesen 7 starben 4. 2 Fälle waren sehr schwer, in einem davon folgten in der Reconvalescenz heftige Schmerzen, Schwäche, fibrilläre Zuckungen und Circumferenzabnahme der rechten oberen Extremität; nur ein Fall bei einer schwächlichen Person, der auch ausserdem mit starken Nervensymptomen begann, verlief abortiv. —

In Bezug auf die Schwere oder Leichtigkeit des Verlaufs, beurtheilt einmal besonders nach dem Fieber — Dauer überhaupt, Dauer der hohen Abendtemperaturen, Höhe der Temperatur überhaupt etc. —, dann nach der Schwere der Nervensymptome und der Symptome von Lunge, Herz und Abdomen, stellt sich das Verhältniss so, dass 6 ganz leicht und abortiv, 12 leicht, 6 voll entwickelt, 4 schwer und 8 lethal verliefen, 2 durch schwere Complicationen von Seiten der Lunge, 3 unter dem Zeichen der Herzschwäche, 3 an dem hohen und langdauernden Fieber. —

Von den 6 ganz leichten Fällen war der kürzeste bereits am Abend des 10. Tages fieberfrei, nachdem am Abend des 5. Tages die höchste Temperatur, 32,2 erreicht, und schon am 6. Tage eine grosse Remission aufgetreten war; dieser Fall stammte aus einem Typhushause und schien im Anfang wegen der starken Nervensymptome ein schwerer werden zu wollen. In den übrigen 5 Fällen trat der Abfall des Fiebers zwischen dem 8—15. Tage ein, theils in grossen Remissionen, in 3 Fällen ohne diese, staffelförmig, die völlige Entfieberung vom 13—19. Tage; die höchsten Abendtemperaturen betrugen 31,5; 31,9; 32,0; 32,2. Ein Fall machte 2 Abortivtyphen durch; am 13. Krankheitstage Abends völlig fieberfrei, blieb er 11 Tage ohne Fieber und erholte sich etwas — der Fall betraf eine geschwächte Person — dann trat plötzlich wieder Fieber auf, das am Abend des 2. Tages die grösste Höhe, 32,5, erreichte, aber sofort in steilen Curven abfallend, nach Verlauf von 16 Tagen aufhörte. —

In den leichten Fällen traten stärkere Remissionen auf im Durchschnitt Ende der 2. Woche, in einigen Fällen einige Tage früher, in einigen erst am Ende der 3. Woche bei mässiger Temperaturhöhe; doch wurden in allen Fällen, mit Ausnahme eines einzigen, der nur auf 31,7 kam, 32,0 erreicht, und überschritten bis auf 32,5 und 32,8. Völlige Entfieberung traf nur einmal, bei raschem Abfall in der 2. Periode auf den 18. Tag; in den übrigen Fällen Mitte und Ende der 4. Woche, selbst in dem Anfang der 5. — In den voll entwickelten Fällen, die sämmtlich eher schwer zu nennen waren, hielt die hohe Tempe-

ratur bis ans Ende der 3. Woche im Durchschnitt an, sämmtliche hatten Temperaturen von 32,0 — 32,8, längere Zeit; die Entfieberung fiel in die 6. Woche. — Die 4 schweren Fälle betrafen sämmtlich weibliche Individuen. G. 40 J alt hatte bis zum Ende der 3. Woche mässige Abendtemperaturen, meist nur 31,5 oder etwas darunter, selten 32,0, und ziemliche Morgenremissionen; mit Beginn der 4. Woche steigen die Abendtemperaturen wieder auf, erreichen nochmals 32,0 und bewegt sich die Temperatur mit starken Morgenremissionen zwischen 31,0 und 32,0 bis in die Mitte der 5. Woche; alsdann werden die Remissionen sehr unbedeutend und die Temperatur hält sich um 31,5 bei gleichzeitig hohen Pulsfrequenzen 110—130 bis ans Ende der 6. Woche; erst dann treten grosse Morgenremissionen bei langsamen Abfall der Abendtemperaturen auf, aber noch in der 9. Woche war die Abendtemperatur übèr 30,0. — Frau W. hatte bis Mitte der 2. Woche sehr hohe Temperaturen, 32,0 — 32,8 mit Remissionen von unter 0,5; dann wurden die ersten etwas niederer, nur 32,0, die zweiten etwas grösser, durchschnittlich 0,5, selten 1,0 bis Ende der 4. Woche, von da war die Abendtemperatur um 31,5 — 31,8 bei starken Remissionen; am 2. Tage der 5. Woche trat ein Collaps ein, die Tp. sank von 31,5 auf 27,8, stieg unter Anwendung von Reizmitteln in 3 Stunden nur auf 28,0; dann allmählich auf normal; erreichte aber von da ab Abends nur noch 30,5 und fiel bis in die 6. Woche allmählich auf normal. — P. W. hatte die ganze erste Woche Abends über 32,0 mit Morgenremissionen von nur ein paar Zehnteln; am 7. Abend 33,0, bis fast zum Ende der 4. Woche Abends 32,0 und meist darüber, mit Remissionen von durchschnittlich nur 0,5; Ende der 4. Woche wird der Verlauf unregelmässig, die Temperatur erreicht nicht mehr 32,0, ist meist 31,3 — 6, nur einmal am 30. Tage wieder 32,2, dann folgt ein rascher Abfall in steilen Curven im Verlauf einer Woche auf normal. — H. 50 Jahre alt, wird erst am 18. Tage der Erkrankung, sie war in der Poliklinik behandelt worden — aufgenommen; bei grosser Prostration Abendtemperatur von 32,0 und darüber, mit Morgenremissionen von 1,0 am 21. Tage Abends 33,0 mit Remissionen von 2,3 am anderen Morgen. Es schwankt nun die Temperatur bis zum Ende der 4. Woche zwischen 31,6 und 32,2 und zwar so, d a s s d i e S t e i g e r u n g e n d e r s e l b e n 4 T a g e l a n g a u f d e n M o r g e n f a l l e n, d i e R e m i s s i o n e n a u f d e n A b e n d, an diese letzte Abendremission schliesst sich dann ein niederer, unregelmässiger Fieberzustand von c. 30,5, meist Abends einige Zehntel höher als am Morgen, bis in die Mitte der 6. Woche, dann steigt die Temperatur wieder höher um 31,0 und fällt mit grossen Morgenremissionen bis in

die 8. Woche hinein ab. — Von den tödtlich verlaufenen Fällen hatte der eine E. noch in der 5. Woche Abends um 32,0 mit Remissionen von durchschnittlich nur 0,5; Z. 64 Jahr alt, zwar keine sehr hohen Temperaturen und starke Remissionen, aber bis in den Anfang der 6. Woche hinein Abends bis 31,5. W. 19 Jahr, bis Mitte der 2. Woche Abends um 32,0 mit Remissionen von etwa 0,5, dann bis Mitte der 3. Woche stärkere Remissionen bei etwas niederer Abendtemperatur. Mitte der 3. Woche Erhebung auf 32,0—32,8, fast ohne Remissionen bis Anfang der 5. Woche; am 33. Tage Collaps von 32,0 auf 30,0; den anderen Tag ein neuer Collaps von 32,0 auf 29,3 mit Lethalität. Frau G., 37 Jahre, erst 5 Tage vor der Erkrankung entbunden und vor und sogleich nach der Entbindung mit Wartung ihres am Typhus erkrankten Mannes beschäftigt, und Th. G., 22 Jahre, die wahrscheinlich 6 Wochen vor der Erkrankung abortirt hatte, zeigten von Anfang an hohe Pulsfrequenzen, 110, 120 bis 140. Die erste dabei hohe Temperatur mit kleinen Remissionen, bis Ende der 2. Woche meist über 32,0, starb am 16. Tage, die zweite eine mässig hohe Temperatur um 31,7, mit Remissionen von 0,5, starb am 14. Tage. D., 19 Jahre, bis zum 10. Tage 32,2 — 32,6, fast ohne Remission, bei grosser Dispnoe in Folge eines sehr verbreiteten Katarrhs, am 10. nach einem Brechmittel Collaps von 32,4 auf 29,8, am Abend wieder 31,7, mit Remission zum nächsten Morgen auf 30,2, Abends wieder 31,7 und Tod. — Die von Wunderlich aufgestellten Sätze über die Temperaturverhältnisse bei Ileotyphus finde ich in ihren Hauptpuncten vollständig zutreffend und halte eine genaue Kenntniss derselben zur richtigen Beurtheilung aller bei dieser Krankheit in Frage kommenden Verhältnisse für dringend geboten. Nur einige sind in ihrer Fassung etwas zu streng.

Von Seiten des Gefässsystems kommen, abgesehen von leichten Abnormitäten, die sich häufig finden: — systolische Geräusche aus mannichfachen Gründen, Schwäche der Töne besonders in der 2. Periode, leichte Unregelmässigkeiten des Pulses —, und abgesehen von dem fast regelmässigen, wenigstens vorübergehend zu beobachtenden Dicrotismus und dem raschen Steigen der Pulsfrequenz bei Anstrengungen des Körpers, das übrigens in manchen Fällen vollständig fehlt, noch folgende Zustände zur Beobachtung: schwere Schwächezustände des Herzens in einigen tödtlichen Fällen mit raschem Collaps. In einem Falle wurde die fettige Degeneration des Herzens diagnosticirt, wo bei verhältnissmässig nicht ungünstigem Fieberverlauf, und ohne schwerere Complication von Seiten der Lungen starke Cyanose, Angst und Unruhe bei kleinem, unregelmässigem frequenten Pulse, schwachem Herzstoss und undeutlichen Tönen sich fanden. — In einem anderen

Falle, bei einer Wöchnerin war schon in der ersten Woche die Herzdämpfung etwas verbreitert, die Töne sämmtlich schwach, der erste Mitralton durch ein in zwei Hälften gespaltenes Geräusch ersetzt; auch die ersten Töne an der Basis gespalten. In der 2. Woche des sehr schweren Verlaufs wurde der Puls undulirend und so stark dicrot, dass man im Zählen irre wurde, und es fielen die ersten Töne aus, und wurden erst dumpf und undeutlich wieder kurz vor dem Tode gehört, als die Herzaction so stürmisch wurde, dass man das Pochen vor der Brust hörte. Das Verhalten erinnert an die irischen Typhen. — Noch in einem anderen tödtlichen Fall war der Puls so dicrot, dass man am Herzen 124, an der Radialis 144—164 zählte. — In einem Falle von frischer Endocarditis, auf der von früher her etwas verdickten und verkürzten Mitralis fand sich schon bei der Aufnahme die Herzdämpfung etwas verbreitert, starker Spitzenstoss, der bald abnimmt, ziemlich starkes, systolisches Geräusch an der Spitze, der Puls wurde bald klein und unregelmässig und bis zum Tode auffallend dicrot. Ein anderer Fall mit dem Zeichen einer bereits lange bestehenden geringen Mitralstenose verlief schwer und langwierig mit Schwächeerscheinungen von Seiten des Herzens, genas aber endlich. — Pericarditis entstand in einem mittelschweren Falle in der 2. Woche: Empfindlichkeit der Herzgegend gegen Druck, Vergrösserung der Herzdämpfung nach oben, pericardiales Geräusch, Unregelmässigkeit des Pulses; gleichzeitig verwandelte sich der erste Ton an der Mitralis in ein starkes Geräusch, später erschien der zweite Ton an der Spitze gespalten und blieb es bis zum Austritt der Kranken, ohne dass sich sonst Veränderungen am Herzen nachweisen liessen. — Während der Entfieberung sank der Puls auch bei ganz indifferenter Behandlung mehrmals tief bis auf 48.

Von den Abdominalsymptomen habe ich zunächst zu erwähnen den auffallend häufigen Mangel der Diarrhoen. In 8 Fällen von 36 fehlten sie während des ganzen Typhus vollständig, so dass Clysmata gegen mehrtägige Stuhlretardation mehrfach nöthig waren. In einem weiteren Falle traten sie erst in der 6. Woche auf, bei einem Recidiv; in 4 anderen Fällen erschienen sie erst in der 3. Woche ganz vorübergehend; in 3 Fällen hatten sich die Kranken selbst Abführmittel verordnet, hatten darnach einige Male dünnen Stuhl gehabt und trotzdem Stuhlverstopfung während der Krankheit. Unter diesen 15 Fällen sind nur 2 schwere. Es spricht dies Verhältniss dafür, — was wenigstens im Allgemeinen angenommen wird — dass die Infiltration der Peyerschen und solitären Drüsen parallel geht der Schwere der Erkrankung. Damit stimmt auch, dass in 6 Fällen mit profusen Diarrhoen 6 Mal des Tages und darüber der Verlauf 2 Mal mittelschwer, 2 Mal

schwer, 2 Mal tödtlich war. — Blutige Diarrhoe fand sich nur in einem tödtlich verlaufenden Falle unbeträchtlich vor; Meteorismus und stärkere Schmerzhaftigkeit des Abdomens nur 4 Mal, auch da nicht in den höchsten Graden; keine Peritonitis, keine Perforation. — Mit Brechmitteln ganz im Beginn der Erkrankung wurden 2 Fälle auswärts behandelt, einer starb, der andere verlief ganz abortiv. Mit Abführmitteln von Anfang an, — nur einmal mit Calomel — auch auswärts behandelt wurden 5, darunter verlief auffälliger Weise keiner schwer, wie man nach andern Erfahrungen hätte erwarten sollen. Starker Rachenkatarrh und Stomatitis fand sich 6 Mal; davon 2 Mal bei Kranken, die eine Mercurialcur eben beendet hatten. In einem Falle zeigte sich durch eine Reihe von Tagen ungleicher Zungenbeleg, so, dass die linke Hälfte der Zunge glatt und blass, die rechte Hälfte roth und dick belegt war. Appetit blieb in 3 Fällen bis in die 3. Woche hinein, man kann fast sagen leider, erhalten.

In Bezug auf die Milz sind unsere Resultate in einigen Puncten ebenfalls abweichend. Die Anschwellung fehlte nur in 2 Fällen, im ersten Fall durch Verdickung der Kapsel und Verwachsung mit der Umgebung unmöglich, im anderen Falle bei einer älteren Person — war auch in den leichtesten Fällen, wenn auch mässig vorhanden. Die Milz soll nur selten fühlbar sein. 12 Mal konnte dieselbe meist schon in Rückenlage oder bei rechter Seitenlage deutlich gefühlt werden. Leichter ist dies natürlich bei schlaffen Bauchdecken, z. B. bei Frauen, die geboren haben, aber es ist auch sonst sehr häufig möglich, und von den 12 Personen sind 5 Männer und 2 junge Frauen, die noch nicht geboren hatten. Die Resistenz des Organs erscheint für die zufühlenden Finger meist derber, als sie sich bei den Autopsien zeigt. Geringer oder fehlender Meteorismus ist natürlich für die Palpation günstig, während stärkerer die Milz nach der Concavität des Diaphragma hinaufdrängt und das Fühlen der Spitze verhindert. Die Geringfügigkeit des Meteorismus mag auch zum Theil wenigstens unser Resultat erklären.

Ueber den Tag, an dem die Milzvergrösserung nachweisbar wird, konnten wir mehrere Fälle, die von dem ersten Tage an in Beobachtung waren, verwerthen. In 3 Fällen war dies schon am 4. Abends und am 5. Tage möglich — 2 Fälle starben, einer war schwer —; ein Fall bekam schon am 5. Tage heftige Schmerzen in der Milzgegend. In einem leichten Falle trat die Schwellung am 6. Tage auf, in der Mehrzahl am 7. und 8., doch auch erst am 10. Tage. Interessant sind die Recidive bei Personen, wo man die Milzgrösse durch die Palpation controliren kann. Bei der kranken P. war in der 6. Woche

bei tiefem Athmen der dünne Rand der Milz noch fühlbar; am 10. September beginnt das Recidiv, schon am 12. September ist die Milz grösser und dicker, am 15. September ist sie vor den Rippenbogen auch ohne Athmen zu fühlen, am 18. September ist sie weniger hart, am 26. September ist sie auch beim Athmen nicht mehr zu fühlen. Die nachweisbare Anschwellung dauerte je nach der Dauer der Erkrankung 3 oder selbst 6 Wochen. In einem voll entwickelten Falle, wo von Anfang an starke Empfindlichkeit der Milz bestand gegen Druck, blieb dieselbe, obgleich die Kranke in der 5. Woche fieberlos war, bis in die 6. Woche hinein vergrössert, und in der 4. Woche schwollen die Leistendrüsen stark, andere periphere Drüsen in geringerem Grade an ohne nachweisbaren Grund. — In einem Falle wurde am 11. Tage über der Milz ein respiratorisches Reibegeräusch gehört. Die Kranke litt an secundärer Syphilis, so dass dasselbe sich nicht gerade mit Bestimmtheit auf den typhösen Tumor beziehen lässt. Ich habe sehr oft vergeblich nach perisplenitischen Reibegeräuschen gesucht, die man zwar a priori beim typhösen Milztumor an sich nicht leicht erwarten kann, wol aber bei Vorgängen, die mit Entzündung des Ueberzugs verlaufen: Infarkte, Abscesse etc. — Auch in dem oben erwähnten Falle blieb die Milz in der fieberfreien Zeit bis zum Recidiv vergrössert. Man muss darauf achten, ob sich dieses Verhältniss öfters findet. In der Reconvalescenzzeit wird die Milz meist weniger berücksichtigt als im Anfange der Erkrankung. Ein Mal fand sich die Milz anomal gelagert bei der Frau, die nach der Geburt unmittelbar erkrankte, das Organ stand fast senkrecht, die Spitze neben der Spina ossis Ilei ant. sup. —

Ueber die Urinsecretion bemerke ich nur Einiges. Eiweiss war in 15 Fällen — bei den paar Krankengeschichten aus der Poliklinik fehlen die Angaben darüber — vorhanden, bald reichlich, bald in Spuren, bald ziemlich anhaltend, bald Tage lang fehlend. Der Eiweissgehalt an sich erscheint nicht bedenklich, er fand sich gering auch in 2 leichten Fällen. Am frühesten wurde er beobachtet Ende der ersten Woche; dann in der 2., 3., selbst erst in der 6. Woche. — Doch fällt meist die Mehrzahl auf die schweren und tödtlichen Fälle, 5 starben; dabei war bei 3 der Eiweissgehalt reichlich und constant, bei den übrigen Tageweise fehlend. — Die geringste Menge Urin entleerte ein Kranker R., in 2 Tagen nur etwa 3 Unzen; der Grund war ein meist mechanischer: starke Ueberfüllung des Venensystems mit hochgradiger Cyanose durch einen intensiven Bronchialkatarrh. Eine Kranke, P., bekam vorübergehend Polyurie. Erkrankt am

7. August rec. 15. August. Bis zum 19. August: Urin 500—1000, auffallend blass, mit geringem Eiweiss.

20.	August	4000,	fast aller unter Tag gelassen, der Urin geht nur langsam ab.
21.	-	5100	sp. 1003
22.	-	4700	- 1003
23.	-	3500	- 1006
24.	-	3200	- —
25.	-	3000	- 1007
26.	-	3200	- —
27.	-	4200	- 1004
28.	-	3600	- —
29.	-	4000	- —
30.	-	1800	- 1010
31.	-	1500	- —
1.	Sept.	1500	- tritt wieder Eiweiss auf.
2.	-	1500	
4.	-	2000	
5.	-	1500	- 1009 etc.
8.	-	600	von dunkler Farbe.
9.	Octbr.	800	
11.	-	1200	blass.
13.	-	500	dunkel.
Menstruation.			
14.	-	450	-
15.	-	500	-
17.	-	700	-
18.	-	600	-
19.	-	700	blasser.
21.	-	1100	normale Farbe.
24.	-	1100	— — etc.

Die Nervensymptome waren dabei ziemlich intensiv: grosse Prostration, fibrilläre Zuckungen im Gesicht, ungleiche Pupillen, Puls von Anfang an sehr unregelmässig, ohne dass am Herzen auch im späteren Verlauf etwas nachzuweisen war. — Intensiveren Gallenfarbstoffgehalt bot der Urin nur in einigen tödtlichen Fällen.

Von den Respirationsorganen kamen natürlich Katarrhe und Hypostasen häufig zur Beobachtung, letztere häufiger rechts; der günstige Einfluss passender Lagerung des Kranken auf die Hypostase lässt sich manchmal durch die Percussion controliren. Verhältniss-

mässig selten finde ich ausgebreitetere Verdichtungen mit deutlichen Consonanzerscheinungen. In 3 Fällen traten die Symptome von Seiten der Lunge, Dyspnoe etc. so in den Vordergrund, dass sie die Situation beherrschten, 2 Fälle tödtlich, 1 schwer. Einmal entwickelte sich in der 2. Woche ein grosses Pleuraexsudat neben einem grösseren pneumonischen Heerde mit raschem Tode, einmal ein kleines in der 4. Woche, das bald heilte, 2 Mal fanden sich trockene Pleuritiden. Auffallend starke Klagen über Schmerzhaftigkeit im Kehlkopf, spontan und bei Druck in der 2. und 3. Woche fanden sich 3 Mal, ohne Heiserkeit und sonstige Zeichen für eine Ulceration. In einem Fall nur entwickelte sich ein grosses Ulcus laryngis; schon am 11. Tage traten die ersten Symptome auf, bereits am 13. hustete der Kranke gangränöse schwarze Fetzen aus. Der Fall beweist, dass auch in der 1. Periode Kehlkopfgeschwüre vorkommen können, wenn sie auch in der 2. Periode häufiger sind. Laryngoskopirt habe ich von den 3 oben erwähnten Fällen wo Schmerzen bestanden nur einen, die Untersuchung zeigte nur eine rothe, trockene, lederartige Epiglottis.

Die ganze Summe der Reizungs- und Depressionszustände von Seiten des Hirns und des Nervensystems kann ich übergehen, ich erwähne nur ein paar partielle Lähmungen, die sich oft länger anhaltend vorfanden: Ungleichheit der Pupillen durch Wochen hindurch, leichte Faciallähmung, leichter Strabismus convergens und divergens; einseitige dauernde Wangenröthe (Sympathicusparese?). —

Symptome von Seiten der Haut. Auch hier sind die gewonnenen Resultate etwas abweichend. Roseola fehlte nur in 3 Fällen gänzlich, davon fällt ein Fall in die Poliklinik, wo die Beleuchtung nicht immer so ist, dass man sicher ist, keine Roseola übersehen zu haben, ein anderer Fall hatte eine auffallend dunkel pigmentirte Haut; der 3. Fall ebenfalls von dunklem Colorit starb schon am 16. Tage. Ueber die Zeit des Auftretens der Roseola kann ich nur nach 16 Fällen Angaben machen, die sogleich in der 1. Woche zur Beobachtung kamen, unter diesen zeigte sich die Roseola bis zum 7. Tage 12 Mal; die frühesten traten am 4. Tage, dann am 5., 6. und 7. Tage auf, ohne dass das frühe Auftreten in einer Beziehung zum späteren Verlaufe stand, es folgten leichte und tödtliche Fälle. Nur in wenig Fällen erfolgte die Eruption jenseits des 10. Tages, sie zog sich oft über Wochen hinaus bis in die 4. hinein, oft in der Weise, dass schuppweise an einem Tage mehrere, selbst viele hervorbrachen und dann eine Pause von einigen Tagen entstand. Die Roseolae waren meist leicht papulös, seltener makulös, einige Male ging dem Ausbruch der Roseola eine blasse Marmorirung der Haut, ähnlich einer syphilitischen verwaschenen

Roseola vorher; ein Mal eine verbreitete starke Röthung der Vorderarme. Mehrmals trat so zu sagen dieselbe Roseola 2 Mal auf, blasste nach einiger Zeit ab und trat, nachdem sie mehrere Tage nicht mehr sichtbar war, wieder ganz deutlich hervor; diese Beobachtung wurde an solchen gemacht, die mit dem Stift umschrieben waren, so dass ein Irrthum nicht leicht möglich ist. In den Recidiven kamen die Roseolae noch früher, einmal vom 3.—6., ein anderes Mal vom 3.—7. Tag, das dritte Mal vom 5. Tage ab. Es giebt keinen Ort, wo Roseolae nicht auftreten können, wenn sie auch am Abdomen und in der unteren Brustgegend verhältnissmässig häufig sind; eine blosse Besichtigung dieser Partien ist indess vollständig ungenügend, um die Häufigkeitsfrage des Auftretens zu erledigen. Man findet bisweilen welche am Rücken, Oberschenkel, Unterschenkel, den Armen, wo am Abdomen und Epigastrium keine zu finden sind. Griesinger hat dieses Verhältniss mit allem Rechte betont. —

Auf Herpes wurde ganz speciell geachtet, und fanden wir denselben bei den 36 Erwachsenen 4 Mal; theils als labialis, theils als nasalis immer nur in kleinen, nie in sehr ausgedehnten Gruppen im Beginn der Krankheit. Von den 4 Fällen ist einer abzuziehen, der wahrscheinlich vor dem Beginn des Typhus kurz nach der Entbindung sich entwickelt hatte. Nehmen wir noch die 14 Kindertyphen dazu, bei denen Herpes 2 Mal sich fand im Verlauf des Typhus, so haben wir 5 Herpes auf 50 Fälle, = 10 %. Die meisten Angaben darüber sind beträchtlich niederer, selbst 2 %, manche Autoren thun, als ob Herpes bei Typhus überhaupt nicht vorkomme, oder als staunenswerthe Seltenheit. Ich kann nur die Resultate verzeichnen, ohne daraus Rückschlüsse machen zu wollen auf die Häufigkeit an anderen Orten. Auch in Bezug auf die Schweisssecretion kann ich den gewöhnlichen Angaben, die man darüber findet, nicht beipflichten. Schweiss im Beginn der Krankheit gilt überhaupt für selten, und dann für ein schlechtes Symptom. Es sollen sich häufig schwere Hirnstörungen zu solchen Fällen gesellen. Es war mir schon in früheren Jahren aufgefallen, wie häufig Typhuskranke hier von Anfang an, trotz allen gegentheiligen Angaben der Autoren, schwitzten; in der Analyse der 36 Fälle findet diese Beobachtung durch Zahlen ihre Bestätigung, 8 Mal bestanden von Anfang an zum Theil sehr starke Schweisse, aber nur 2 Fälle verliefen schwer. Stärkere Miliariaeruption fanden wir dagegen nur 6 Mal, jedes Mal mit Schweiss vorher, bis auf einen Fall, wo sie sehr stark war, ohne jede Spur von Schweiss vorher; der Kranke starb wenige Tage nach der Eruption.

Acneeruption folgte 2 Mal, Furunkeln 2 Mal in der 2. Pe-

riode und in der Reconvalescenz. Stärkerer Decubitus kam nur 1 Mal bei einem poliklinisch behandelten Falle vor; im Spital selbst 3 Mal ganz oberflächliche Formen am Kreuz. 1 Mal trat in der Reconvalescenz Ohrenfluss auf. Eine Kranke hatte einen Schanker, der gangränos wurde und beträchtliche Blutungen veranlasste, aber noch in der 1. Periode der Krankheit sich begrenzte und heilte, dieselbe Kranke bekam in der 7. Woche eine Parotitis mit sehr hohen Pulsfrequenzen bis 140 und 160. — Eine Kranke bekam in der 6. Woche eine umschriebene schmerzhafte Auftreibung an der rechten Tibia, zu der sich Röthung der darüber liegenden Haut gesellte, die Anschwellung bildete sich bald zurück. In einem anderen Falle traten in der Reconvalescenz Schmerzen im linken Beine auf, Patient ging schon herum, als sich am 4. December Anschwellung der ganzen linken unteren Extremität einstellte bis zur Inguinalgegend; diese erreichte bis zum 7. December ihre grösste Höhe und bildete sich bis 20. Decbr. so ziemlich zurück. Am 14. Decbr. traten Schmerzen in der rechten Tibia auf, und es zeigte sich auch dort auf der vorderen Fläche eine drei quere Finger breite Anschwellung mit Röthung der Haut, die nach wenigen Tagen abnahm. Es ist sehr wahrscheinlich, dass es sich auch bei den umschriebenen Anschwellungen um Thrombose einzelner kleinerer Venen handelt. Ich werde weiter unten noch einen dritten Fall erwähnen, wo dieselbe Erscheinung bei einem Kinde sich zeigte. —

Einer unserer Kranken, der 1863 einen leichten Typhus durchmachte, gab bestimmt an, 1848 bei einer Epidemie in seinem Heimathsorte in der Nachbarschaft schon einmal den Typhus überstanden zu haben in seinem 33. Lebensjahre. Die Symptome, die er angab, und die Dauer seiner damaligen Erkrankung sprachen für die Richtigkeit seiner Aussage. —

Recidive traten in 4 Fällen = 11 % auf und verlief keiner tödtlich. Fröste im Verlauf der Krankheit wurden beobachtet häufig nach dem Transport in die Anstalt, als Zeichen eines Recidivs, einer beginnenden Complication, aber auch ohne dass sich später irgend ein Grund dafür nachweisen liess, einige Male.

Kindertyphen.

Die 14 Fälle, von denen mir genaue Krankengeschichten, meist in der Anstalt geführt, vorliegen, vertheilen sich auf die Jahre so, dass kommen auf 1½ Jahr 1; 4 Jahr 1; 5 Jahr 1; 8 Jahr 2; 9 Jahr 1; 11 Jahr 1; 12 Jahr 3; 13 Jahr 2; 14½ Jahr 2. 11 Fälle davon waren

Haustyphen. — Die Mehrzahl der Fälle bot auch bei leichtem Verlauf ein deutlich ausgesprochenes Typhusbild, nur einige waren wenig afficirt und würden ohne Berücksichtigung der ätiologischen Momente und ohne Temperaturmessungen vielleicht für einfache Magendarmkatarrhe gegolten haben. Siehe die einzelnen Symptome.

Nach der Schwere der Symptome und der Dauer des Verlaufs kann man 6 als leichte Fälle bezeichnen: Ende der 1. Periode um den 9.—15. Tag bei mässigen Temperaturhöhen und guten Remissionen; 5 als voll entwickelt, doch eher leicht als schwer: Ende der 1. Periode bis ans Ende der 3. Woche fallend; 2 als schwer an sich beide zudem recidivirend, 1 Fall verlief tödtlich. Die Temperaturmaxima, die erreicht wurden, differiren von denen bei Erwachsenen nicht wesentlich, sie betrugen bis 32,8, einmal sogar 33,0, erreichten häufig 32,0, und bewegten sich nur in den leichten Fällen um 31,5, nur der kleinste Patient erreichte trotz einer ziemlich langen 1. Periode, 32,0 nicht.

In Betreff des Temperaturganges ergeben sich etwa folgende Bemerkungen. Die Temperatur steigt manchmal rascher in den ersten Tagen auf, als bei Erwachsenen dies Regel ist. A. K. z. B. hatte am 14. Juli gegen Abend zuerst leichte Kopfschmerzen und etwas Schwindel, am 16. Juli erst Frost und schon am Abend des 16. Juli 32,2 (höher stieg auch später die Abendtemperatur nicht); rechnet man vom Frost, so fällt die Steigerung sogleich auf den 1. Tag; vom Schwindel, was wohl richtiger sein dürfte, auf den 2. Tag. Es finden sich etwas häufiger als bei Erwachsenen Unregelmässigkeiten im Verlauf schon der 1. Periode, Fehlen der Morgenremissionen bei sonst deutlich remittirendem Typus, oder gar Steigen um etwas höher als den Abend vorher. Der Abfall des Fiebers, der Beginn der 2. Periode wurde mehrfach so eingeleitet, dass die Temperatur vom Abend zum Morgen und wieder zum Abend gleichmässig abfiel und dann erst steile Curven sich anschlossen, einige Male trat dies gleichmässige Sinken mit Schweiss und Pulsverlangsamung zugleich ein. Oder der Abfall geschah rasch mit starkem Sinken von Temperatur und Puls, s. Curve 1, E. Bertha, wo der Abfall in höchstens 2 Tagen auf normal erfolgt, ohne Anschluss steiler Curven. Für die Unregelmässigkeit des Fiebers daselbst am 8. und 9. Tage, die auch durch einen Frost markirt wurde, liess sich ein Grund nicht finden. Häufiger trifft man Unregelmässigkeiten in der 2. Periode mit sehr beträchtlichen Temperatursteigerungen für die sich entweder gar keine Ursachen auffinden lassen, oder die mit leichten Störungen zusammenzuhängen scheinen, z. B. Stuhlverstopfung, Erbrechen, leichte Hautkrankheiten etc., s. Curve 2. E. Sylvia, wo die Temperatur auf 31,4 anstieg, nachdem 4

Tage kein Stuhl dagewesen war. In Curve 3. K. Anna steigt, als schon die Entfieberung im Gange war, die Temperatur unter starkem Schwindel und Kopfschmerz plötzlich auf 31,6; am folgenden Tage erfolgt ein Ausbruch von 10 frischen Roseolaflecken, die innerhalb 2 Tagen erblassen, 2 Tage später zeigt sich ein Herpes labialis, die Milz bleibt vergrössert, die Temperatur macht noch ein Mal ein Ansteigen auf 31,6, ohne dass ausser wieder stärkerem Kopfschmerz und Schwindel etwas Bemerkenswerthes auftrat, steigt dann einige Tage wenig aber gleichmässig Abends an, um dann definitiv abzufallen. Die Roseolaeruption und der Schwindel könnte dafür sprechen, dass es sich hier um ein gleichsam abortives Recidiv handelte. Bei den kleinsten Kranken sind die Pulszahlen natürlich ohne irgend welche prognostische Bedeutung im Verhältniss zur Temperatur sehr hoch und die Curven bekommen dadurch ein ungewöhnliches Aussehen, wie auch bei anderen fieberhaften Krankheiten in diesem Alter, s. Curve 4. E. Berthold, auch Curve 2. Von 2 recidiven Fällen auf 14 = 14,3 % gestaltete sich der eine ganz normal, so dass die Curve das Aussehen eines frisch sich entwickelnden Typhus bot, der nach kurzem Höhenstadium in steilen Curven abfiel. Der zweite, B. Auguste, s. Curve 5, von Anfang an durch hohe Temperaturen schwer, in der 2. Periode unregelmässig mit leichten Collapserscheinungen wurde Ende der 5. Woche recidiv; die neue Erkrankung wurde durch Frösteln eingeleitet, das sich 3 Tage wiederholte, am 6. Tage Roseola. Die Temperatur, die bereits am 2. Abends 32,4 erreicht hatte, blieb 1 Woche lang Abends über 32,0 mit stets sehr starken Morgenremissionen bis über 3 Grad und fiel dann innerhalb 3 Tagen definitiv auf normal. — Curve 6 zeigt den tödtlich verlaufenen Fall, wo in der 4. Woche nach mittelschwerem Verlauf, nach raschem Wiederansteigen der Temperatur, ein fast continuirlicher Fieberzustand eintrat, dem die Kranke erlag (Nachschub?) Die Curve zeigt auch das prognostisch ominöse Ansteigen des Pulses zum Ende.

Der Puls war seltener und weniger dicrot als bei Erwachsenen, häufiger dagegen selbst in den kürzer dauernden, leichten Fällen zeigte sich Unregelmässigkeit desselben, theils im Rhythmus, theils in der Grösse der Blutwelle. Pendelförmige Herztöne sind nicht selten. Systolische Geräusche, als starkes Blasen an allen Ostien, besonders Mitral., Pulmonal. und Aorta treten verhältnissmässig früh auf. Einmal war Verbreiterung des Herzens und Herausrücken der Herzspitze zu beobachten, zugleich mit Unregelmässigkeit der Herzbewegung, die aber in der Reconvalescenz zurückging (Muskelerschlaffung?). — Ein Fall war vom Herzen complicirt durch eine Symptomenreihe, die auf

Offensein und Erweiterung des Duct. arterios. Botalli gedeutet wurde, er verlief günstig.

Die Abdominalsymptome verhielten sich ähnlich, wie bei den Erwachsenen, Diarrhöen fehlten in 5 Fällen, von denen 4 andauernd mit Clysmen behandelt werden mussten; Kothtumoren waren häufig dabei fühlbar. In 9 Fällen waren Diarrhöen vorhanden, zum Theil nur vorübergehend oder täglich nur einmal, in andern 3—4 Mal; in 2 Fällen stark, 5 Mal und darüber; einer dieser 2 Fälle verlief in der Poliklinik, wo man bekanntlich selten sicher ist, dass die Kranken nicht ganz schädliche Dinge geniessen, und so Diarrhoe erhalten oder hervorrufen, der 2. war der lethale Fall. Auch hier waren die Fälle ohne Diarrhoe die leichteren.

Meteorismus bestand nur 5 Mal in erheblichen Graden. 2 Mal erreichte er eine beträchtliche Stärke. Schmerzhaftigkeit entweder nur in der Ileocoecalgegend meist über das ganze Abdomen verbreitet, bestand 7 Mal fast nur in den schwereren Fällen, 3 Mal in hohem Grade und anhaltend.

Milzvergrösserung konnte nur in einem Falle nicht nachgewiesen werden (dauernd starker Meteorismus), 6 Mal war die Milz fühlbar, mehrfach spontan und bei Druck empfindlich. In einem Fall, der von Anfang an beobachtet werden konnte, stellte sich bereits am 2. Tage Stechen in der Milzgegend mit geringerer Vergrösserung ein, und schon am 3. Tage war die Spitze fühlbar.

Eiweissgehalt des Urins wurde nur in ein paar Fällen, darunter auch leichten vorübergehend und nie in grösseren Mengen beobachtet, mehrfach stärkerer schon durch Salpetersäure nachweisbarer Harnstoffgehalt während des Fiebers.

Von den Nervensymptomen muss ich hervorheben eine förmliche Schlafsucht, die 5 Mal vorhanden war. Der eine Kranke schlief schon in den letzten Tagen der Incubation überall ein, wo er war, in der Schule, bei Bekannten etc., obgleich er sonst ein ganz munterer Junge war; ein anderer schlief mehrmals ein, während man mit ihm sprach, eine dritte Kranke vergass vollständig die Nahrungsaufnahme und musste geweckt werden zum Trinken, obschon sie offenbar starken Durst hatte und jedes Mal begierig und viel trank. Die übrigen Nervensymptome gingen mit dieser Schlafsucht durchaus nicht immer parallel, die Kranken waren, einmal ermuntert, ganz besinnlich, antworteten richtig, die Bewegungen waren sicher, nur ein Kranker taumelte stark beim Versuch zu stehen. Der Schlaf war bei den meisten dabei ganz ruhig. Muskelzittern, leichte Zuckungen, Zähneknirschen,

auch leichte Paresen (Strabismus) kommen häufiger und früher vor als bei Erwachsenen.

Bronchialkatarrh, wenn auch nur in den leichtesten Graden, war in allen Fällen vorhanden, stärker in 4 Fällen mit Hypostaseerscheinungen in den hinteren unteren Parthien; nur einmal fand sich eine ausgebreitetere Verdichtung mit consonirendem Rasseln.

Haut. Roseola fehlte 2 Mal (1 Mal bei sehr dunklem Colorit, 1 Mal in einem polikl. behandelten Falle), trat 1 Mal schon am 3. Tage auf, dann zu Ende der ersten, auch erst im Anfang der 2. Woche; in ein paar Fällen wurde sie bei sorgfältigem Nachsehen auch erst in der zweiten Hälfte der 2. Woche bemerkt.

Herpes labialis wurde 2 Mal gefunden, 1 Mal in dem oben erwähnten Falle in der zweiten Periode, s. Curve 3, wo sich 3 kleinere Gruppen bildeten. Bei einem anderen Kranken entwickelte sich eine Gruppe an der rechten Oberlippe am 20. Krankheitstage, nachdem die höchste Temperatur der Beobachtung (31,8) am Abend vorher sich gefunden hatte.

Schweiss von Anfang an oder doch schon im Verlauf der ersten Woche fand sich 6 Mal (2 Fälle schwerer, die übrigen leicht), oft von Miliaria gefolgt. Umschriebene Auftreibung mit Röthung der Haut an der rechten Tibia 1 Mal. Fall von Curve 5 in der 6. Woche. Starke Wadenschmerzen in der Reconvalescenz 1 Mal. Fall von Curve 1, ohne dass sich irgend etwas Abnormes finden liess. In einem Fall (Curve 2) folgte in der Reconvalescenz circumscripter Pigmentschwund. Auf der linken Wange, an der Stirn und Nase machten sich umschriebene Stellen bemerklich, an denen das Pigment der Haut beträchtlich geringer wurde, so dass dieselben fast weiss erschienen und sich mit scharfen Linien von den dunkleren Parthien der normal gefärbten Haut abgrenzten. Auch die Cilien des linken Auges wurden heller.

Das Körpergewicht sinkt auch in den leichteren Fällen nicht unbeträchtlich, steigt aber in der Reconvalescenz, rapid oder langsam wieder auf, z. B. in dem leichten Fall Th., Gewicht am 5. Krankheitstage $110^1/_4$ Pfund, 19. Tag 103, 27. schon $115^1/_2$; ebenso Fr. E. 12. Tag $119^1/_2$ Pfd., 32. Tag 108 Pfd., erst nach weiteren 3 Wochen $112^1/_2$ Pfd. G. am 19. Tage $99^1/_2$ Pfd., nach 20 Tagen $118^3/_4$ Pfd.; P. am 7. Tage 120 Pfd., nach 8 Wochen 103, in der ersten Woche der Reconvalescenz 106. Die Kinder verloren im Durchschnitt weniger. B. E. (Curve 4) Anfang der 2. Woche $20^3/_4$ Pfd., dann 3. Woche

$20^1/_2$ Pfd., 4. Woche $19^1/_2$ Pfd., 5. Woche $20^1/_4$ Pfd. B. E. (Curve 1) 12. Tag $32^1/_2$ Pfd., 19. Tag $32^1/_1$ Pfd., 33. Tag $35^1/_4$ Pfd. Dagegen sank bei A. K. (Curve 3) das Gewicht stark, stieg aber auch rasch. $65^1/_4$ vor dem Beginn des Typhus, nach 5 Tagen der Erkrankung 61 Pfd., 12. Tag $57^1/_1$, 19. Tag $56^1/_2$ Pfd.; nach 3 Wochen wieder 66 Pfd., in weiteren 8 Wochen 72 Pfd.

Die Behandlung war in weitaus den meisten Fällen eine exspectative und symptomatische. Zunächst bekamen die Kranken, wo dies nur anging, die bestgelegenen, geräumigsten Zimmer, die möglichst dünn belegt wurden, mässig geheizt und gut gelüftet. Bei einigen ausserhalb des Spitals bereits beobachteten Fällen, die in engen, schlecht gelüfteten Zimmern gelegen hatten, schien schon das Uebersiedeln ins Krankenhaus von günstigem Einfluss zu sein. Möglichste Pflege, grösste Reinlichkeit und strenge Diät kamen dazu, letztere in der Weise, dass die Kranken von Anfang an, wenn sie Appetit zeigen, mit Milch, Fleischbrühe und Ei genährt wurden, aber gar keine anderen Nahrungsmittel bekamen. Therapeutisch wurden bald Acid. sulf. dil. in Mixtur in schwachen Lösungen verabreicht, mehr ut aliquid fiat; oder gegen die Diarrhoen Salep. decoct. allein oder mit Alaun, Colombo, Cascarilla; gegen Bronchialkatarrhe Ipecacuanha in schwachen Dosen, Senega, Aq. Laurocerasi etc. Bei allen Schwächezeichen Vinum rubrum in verschiedenen Mengen, bis 6 Unzen und darüber pro die; auch Tokayer und Cognac mit entschiedenem Erfolge. Moschus in den schwersten Fällen immer ohne Erfolg. — Nur einmal wurde eine örtliche Blutentziehung gemacht, bei starkem Congestivzustande nach dem Kopf. Morphium und Opium wurden nur einige Male bei grösserer Aufregung gegeben. Ein Fall, wo 2 Tage vor dem Eintritt ins Spital schon in der 3. Woche des Typhus auswärts ein Aderlass gemacht worden war, starb. — Beginnende Röthung am Kreuzbein oder den Trochanteren wurde sofort mit Waschungen von verdünntem Spiritus oder Bleiwasserumschlägen behandelt, so dass wir nie irgend erheblichen Decubitus sahen. Gegen das lästige Gefühl von Trockenheit und Hitze im Mund und Rachen erwiesen sich Bepinselungen mit Glycerin einige Male als ganz vorzüglich erleichternd. Mit Digitalis, Calomel und Chinin wurden nur wenige Fälle behandelt. Grm. 0,3 Calomel bekam der Kranke N., bei Stuhlverstopfung am 7. Krankheitstage mit folgender starker Diarrhoe und Erbrechen aber grosser subjectiver Erleichterung, die Temperatur sank um 0,5, es folgten grössere Remissionen und wurde nie wieder die frühere Höhe erreicht, der Fall verlief leicht.

Dann die Kranke B., s. Curve 5, ohne erheblichen Einfluss. Digitalis nahmen 6. Dieselbe Kranke B., 0,9 Grm., der Puls ging während der nächsten 3 Tage herab auf 88, wurde vom 18. Krankheitstage ganz unregelmässig und sank während des ersten Fieberabfalles bis auf 44, war meist im Verhältniss zur Temperatur sehr niedrig; einen erheblichen Einfluss auf die Temperatur wird man kaum statuiren können. In 3 weiteren Fällen, wo Digitalis zu Ende der ersten Woche wegen bedenklicher Fieberhöhe gegeben wurde, 2 Tage lang im Ganzen 1,2 Grm., fehlte jeder erhebliche Einfluss auf die Temperatur und den Puls. Bei 2 weiteren Fällen, wo das Mittel 4 und 5 Tage gegeben wurde, 2,0 — 3,0 Grm., war der Einfluss nicht zu verkennen; vom 3. Tage des Gebrauchs ab fiel bei dem ersten die Temperatur des Abends gleichmässig von 32,0 auf 31,1 durch 5 Tage, am 6. Abend sogar auf 30,0, und stieg dann während der nächsten 3 Abende wieder allmählich auf 31,8, um dann in den definitiven Fieberabfall überzugehen. Der Puls vorher schon nie sehr hoch, nur 80, sank nur 3 Mal unter 60 am Morgen, hielt sich sonst Abends um 70. Bei dem 2. Falle machte die Temperatur am 2. Tage des Gebrauchs (16. Krankheitstag) zum ersten Male eine starke Remission um 1,7 am Morgen und erreichte nie wieder 32,0. Der Puls vorher um 110, sank um etwa 10 Schläge und erreichte ebenfalls nicht wieder die frühere Höhe. Chinin in grösseren Dosen wurde bei bedenklicher Höhe und Dauer des Fiebers 2 Mal gegeben. In dem einen Falle, Ende der 3. Woche, blieb die nächste Morgenremission, die in den Tagen vorher fast regelmässig da war, aus, dagegen folgte ein starker Abfall zum Abend und wieder zum Morgen um 1,6, an diesen sich anschliessend der definitive Abfall in steilen Curven. Im 2. Falle bei sehr schwerem Fieber in der ersten Woche Morgens und Abends 32,8 und 32,0 wurde vom 9.—11. Krankheitstag Mixtur von 0,8 auf 150 Grm. gegeben, am nächsten Morgen trat die erste grössere Remission von 32,5 auf 31,2 ein, die Temperatur erreichte Abends nie mehr 32,0. Der Fall verlief dabei sehr schwer aber günstig.

Von selteneren Complicationen will ich noch erwähnen, dass eine Kranke epileptisch war, sie bekam im Typhus keine Anfälle. Ein Kranker hatte einen Leberechinococcus; während des Fiebers wurde die Umgebung der Blase empfindlich, doch verlor sich das bald; die seltene Complication von Seiten des Herzens bei einem Kinde Offensein des Ductus Botalli habe ich schon oben erwähnt.

Die bisherigen Erfahrungen über Trichiniasis und Fleischbeschau in Thüringen.

Von

Dr. L. Pfeiffer

in Weimar.

Die nachfolgende Zusammenstellung kann keinen Anspruch auf absolute Vollständigkeit machen. Es war dem Verfasser für die erste Generalversammlung des allgemeinen ärztlichen Vereines für Thüringen das Referat über obige Frage übertragen worden und ist es durch die freundliche Unterstützung von Mitgliedern dieses Vereines nur gelungen, für einzelne Districte eine vollständige Uebersicht zusammenzustellen. Die betreffs der Trichiniasis sehr verschiedenartige Gesetzgebung in Thüringen, welche bei den mannichfach in einander verschlungenen Landesgrenzen sehr oft wechselt, macht eine nichtofficielle Sammlung des zerstreuten Materiales zu einer schwer zu erreichenden Aufgabe.

I. Erfahrungen über Trichiniasis.

1) Thüringen hatte bereits 2 Jahre vor der Katastrophe von Hedersleben eine ziemlich ausgedehnte, wenn auch leichte Trichinenendemie, die zugleich die erste als solche in Thüringen erkannte sein dürfte. Von Dr. Seidel in Jena sind 4 zu dieser Endemie gehörige Fälle in der Jenaischen Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaften bereits veröffentlicht worden; das andere Material umfasst nach officieller Zählung [1]) weitere 103 Fälle in der Stadt Weimar. Todesfälle sind im Verlauf dieser Endemie nicht vorgekommen und ist aus diesem Grunde die Existenz der Endemie kaum im Kreise der Herren Collegen ausserhalb Weimars bekannt.

---

1) Gütige Mittheilung des Herrn Med.-Rath v. Conta in Weimar.

Nach den officiellen Meldungen der Aerzte Weimars kamen von Ende September bis Ende October 1863 zur Anzeige 103 leichte und bedenklichere Erkrankungen an Trichiniasis. Die meisten Erkrankungen fallen in die erste Woche des Monats October und kamen die betreffenden Kranken meist erst in ärztliche Behandlung, nachdem bereits das erste Stadium der Krankheit, entsprechend der Entwickelung der jungen Brut im Darmcanal und mit beginnenden gastrischen Störungen vorüber war.

Im Beginne der Krankheit bestand in der Mehrzahl der Fälle Appetitlosigkeit, Uebelkeit und Druck im Epigastrium; Erbrechen und Diarrhoe wurde nur in einzelnen Fällen angegeben. Zwei Kranke wurden so plötzlich befallen, dass sie den Verdacht einer Vergiftung hegten.

Bei fortdauernden gastrischen Erscheinungen — Appetitlosigkeit, schwach weissbelegter Zunge, bei meist regelmässigem Stuhl (eher Obstipation) traten 6—8 Tage nach dem Genuss des verdächtigen Fleisches leichte Oedeme an den Augenlidern auf. Diese waren schmerzlos, nur spannend. In einzelnen Fällen schien auch die Conjunctiva aufgelockert und mehrmals wurden Ecchymosen gefunden. Das Oedem dauerte 6—8 Tage, später gesellten sich hinzu Schmerzen in den Muskeln (nicht in den Gelenken), vorzüglich bei oder nach der Bewegung und auf Druck, bei vollständiger Ruhe und schlaffer Haltung wieder verschwindend. Am meisten schmerzhaft waren die Extremitätenmuskeln, demnächst die Nackenmuskeln, am seltensten die Brustmuskeln und die des Zwerchfells. Im letzteren Falle wurden dann auch ganz constant Dyspnoeanfälle beobachtet. Die Muskelschmerzen haben durchschnittlich mehrere Wochen angedauert und liessen noch nach dem Verschwinden für längere Zeit ein Gefühl von Muskelschwäche zurück. Mydriasis wurde nur vereinzelt beobachtet.

In den heftigeren Fällen fühlten sich die Muskeln härter und praller an, zu dem Gesichtsödem gesellte sich Oedem in der Gegend der Parotis, seltener an den Füssen und an den Händen, welches jedoch ebenfalls nur ein Spannen in der Haut, keinen Schmerz verursachte. In einzelnen Fällen ist deutlich ausgesprochener Laryngealhusten mit Heiserkeit und selbst mit blutigen Sputis beobachtet worden. Schluckbeschwerden sind fast constant angegeben. Bei niederer Hauttemperatur war der Puls bis zur vierten Woche immer ca. 130.

Gegen den 9—12. Tag traten profuse und übelriechende Schweisse auf, besonders des Nachts, mit Ausbruch von Miliaria, Urticaria (1 Fall) und Furunkeln. Gleichzeitig stellten sich stärkerer Kopfschmerz, selten Delirien in der Nacht ein. — Der Harn war anhaltend dunkel und sedimentirend, zuweilen heftiges Brennen beim Urinlassen. Das Nachlassen

aller Erscheinungen begann in der 2—4. Woche. Die Muskelschmerzen verwandelten sich in Muskelschwäche und diese nahm langsam ab. Die Oedeme verschwanden anfangs des Morgens und waren nur des Abends noch leicht vorhanden, während eine leichte Pulsfrequenz und nächtliche Schweisse bei ausgezeichnetem Appetit noch längere Zeit zurückblieben.

Eine Frau abortirte im 2—3. Monat.

Die Mehrzahl der Kranken wurde nach 10—12 Tagen bereits aus der Behandlung entlassen.

Die Quelle der Infection hat mit Bestimmtheit nicht nachgewiesen werden können, doch giebt die Mehrzahl der Kranken an, von einem Fleischer, der mit mehreren Hausgenossen ebenfalls krank gewesen ist, sogenannte schnell- oder halbgeräucherte Fleischwaaren 7—12 Tage vor Eintritt der Oedeme gegessen zu haben. Die Diagnose der Trichiniasis wurde zuerst in Jena durch die Herren Hofrath Gerhard und Dr. Seidel durch den Nachweis von junger Brut in einem Muskelstückchen eines der dortigen Kranken bestätigt.

Derselbe mikroskopische Nachweis gelang kurz darauf auch in Weimar. Eine auffallende Starre der Muskeln beim Excitiren wurde beidemale nicht beobachtet.

In den letzten Jahren sind in den Muskeln von zwei mittlerweile verstorbenen Personen, bei denen 1863 die Diagnose auf Trichinose gestellt war, vom Herrn Collegen Götze in Weimar eingekapselte Trichinen gefunden worden. Die betreffenden Präparate des Herrn Dr. Götze zeigen interessante Verhältnisse in Bezug auf den Grad der Verkalkung bei verschiedenem Alter der eingekapselten Trichinen. Bei einer Frau, die im 80. Lebensjahre inficirt wurde und die im 85sten an einem Schenkelhalsbruche starb, fand sich in den Kapseln nur selten ein Kalkkrystall, von ganz vereinzelten, sehr kleinen Kalkpuncten umgeben. Die Präparate aus den Muskeln eines 30jährigen Mannes, der ein Jahr nach der Trichiniasis an Cholera starb, fanden sich die Kapseln genau in demselben Stadium der Verkalkung, wie bei der ebenerwähnten 80jährigen Frau.

Ein 10 Wochen nach der Infection bei einem der Jenaer Kranken excidirtes Stückchen des Biceps von Erbsengrösse enthielt 7 im Beginn der Einkapselung begriffene Trichinen.

Die Behandlung der Kranken ist durchgängig eine symptomatische gewesen. Es wurden leichte Abführmittel gereicht und haben bei sehr heftigen Muskelschmerzen die subcutanen Morphiuminjectionen Erleichterung geschafft.

Die Menge der Trichinen in dem Schweinefleisch, welches hier die Ansteckung vermittelt hat, kann keine sehr grosse gewesen sein, insofern bei allen zur Beobachtung gekommenen Fällen im Verhältniss zu Hettstedt und Hedersleben nur leichtere Grade der Krankheit vorhanden waren. Viele mögen davon gegessen haben, ohne mehr als einen leichten Gastricismus davon getragen zu haben. Eine weitere Anzahl hat sich ohne Darmerscheinungen und mit leichtem Lidödem nur einmal der Behandlung gestellt.

Das gerade in Betreff der Aetiologie unvollkommene Material giebt aber doch Anhaltepuncte, dass neben der Menge der genossenen Trichinen auch eine individuelle Disposition des resp. Darmcanales auf das Zustandekommen einer relativ leichteren oder schwereren Trichiniasis den grössten Einfluss hat. Es liegen verschiedene Beobachtungen vor, dass bei einem Familienmitglied der Genuss von einer kleinen Menge Wurst viel schwerere Symptome verursacht hat, als die doppelte und dreifache Wurstmenge bei einem anderen Mitglied derselben Familie.

Das Schwein, von dem aus diese Epidemie ihren Ursprung wahrscheinlich genommen hat, soll aus einer Mühle in Gross-Kromsdorf stammen, in der später noch mehrfach Trichinen vorkamen. Durch die zwei Jahre nach dieser Endemie eingeführte Fleischbeschau ist diesem Trichinenherd seitdem die Ausbreitung auf Menschen erfolgreich abgeschnitten worden.

2) Eine zweite kleinere Endemie kam nach Mittheilung des Herrn Collegen Dr. Kölleın im April 1867 in einer armen Familie zu Waltershausen vor.

Es erkrankten leicht der Schlächter, der 46jährige Vater und die gleichaltrige Mutter; etwas schwerer zwei Knaben von $1\frac{1}{2}$ und von 4 Jahren, sehr schwer eine 14jährige Tochter, zwei Söhne von 20 und 22 Jahren und die 22jährige Zuhälterin des letzteren.

Die Zuhälterin des Sohnes war im 4. Monat der Schwangerschaft und gebar später rechtzeitig, wie denn überhaupt die Gravidität durch die Trichiniasis nicht tangirt wurde. Die beiden erwachsenen Söhne starben und boten die Krankheitserscheinungen nichts, was nicht schon anderwärts beobachtet worden wäre.

Die Zahl der eingewanderten Trichinen war bei den Verstorbenen eine ganz immense: in einem einzigen Präparate des Zwerchfells wurden 109 Trichinen gezählt. Ebenso fanden sich 4 Wochen nach dem Genuss des Fleisches im Ileum zahlreiche Darmtrichinen, gewöhnlich drei in jedem Präparat. Während des Lebens war es nie gelungen, auch nach den stärksten Abführmitteln in den Fäces Trichinen aufzu-

finden, obschon sehr häufige und zeitraubende Untersuchungen stattfanden. — Die massenhafte Anhäufung von Trichinen erklärt sich daraus, dass die Infection eine fortlaufende war, da bis zum Verlangen der ärztlichen Hülfe fast täglich das mit Trichinen zahlreich durchsetzte Fleisch genossen worden war. Der Tod der beiden Söhne gab Veranlassung zur gerichtlichen Verfolgung. Vater und Schlächter wurden der fahrlässigen Tödtung angeklagt und ersterer zu 2 Monaten, letzterer zu 4 Monaten Gefängniss verurtheilt.

Die beiden Trichinenschweine gehörten der sogenannten Landrace an, waren in einem benachbarten Dorfe geboren und in Waltershausen gemästet worden.

Bereits ein Jahr vor diesem Falle sind von Dr. Köllein in verschiedenen, in Waltershausen gefangenen Ratten zahlreiche Muskeltrichinen aufgefunden worden.

3) Eine dritte Reihe von Erkrankungen wurde im December 1867 in Hildburghausen von Herrn Dr. Knopf beobachtet. Es kamen 3 Trichinenfälle in einer Familie vor, die ein Schwein zum Hausgebrauch geschlachtet hatten. Die Erkrankungen waren leichter und gingen mit gastrischen Erscheinungen im Beginn, mit starken Muskelschmerzen, heftigem Fieber und Schweissen einher. Gesichtsödem wurde nur bei der Hausfrau beobachtet, mit Brennen und Schmerz bei Bewegungen der Augen. Das nachträglich untersuchte Schwein zeigte sich mässig mit bereits eingekapselten Trichinen durchsetzt. Der Mann zeigte in der dritten Woche ziemlich bedeutendes Oedem der Fussknöchel; der 11jährige Sohn der beiden Eheleute war nur sehr leicht erkrankt.

Ueber angebliche Erkrankungen in Grosskromsdorf, in welchem Dorfe später verschiedene mit Trichinen behaftete Schweine gezüchtet worden sind, fehlen nähere Nachrichten.

4) Eine vierte Infection ohne nachtheilige Folgen fand in Weimar statt. Im Jahre 1867 ist von einem Fleischer in Weimar Fleisch verkauft worden, das später als trichinenhaltig sich erwiesen hat. Ein Theil des Fleisches war der mikroskopischen Untersuchung entzogen und bereits verspeist worden, doch hat sich über einen etwaigen Nachtheil für die Gesundheit der Betreffenden nichts feststellen lassen.

Das Fleisch des betreffenden Schweines war nur spärlich mit Trichinen durchsetzt.

5) Im Januar 1868 wurde von Dermbach im Eisenacher Oberlande über einen ganz isolirten, tödtlich verlaufenen Fall von Trichiniasis berichtet. Da sowohl die Krankengeschichte dieses Falles viel Abweichendes von dem gewöhnlichen Krankheitsbild »Trichiniasis« bietet und da ferner der Grad der Verkalkung der nach dem Tode wirklich

gefundenen Trichinen verschiedenen Zweifeln Raum giebt, ob der Tod hier wirklich durch Trichinen erfolgt sei, so ist eine ausführlichere Beleuchtung dieses Falles wohl gerechtfertigt, zumal dieselbe durch das Zusammentreffen verschiedener Umstände bezeugt, welche Schwierigkeiten im concreten und isolirten Fall der Diagnose der Trichiniasis entgegenstehen können.

Gegen den 10. December 1867 erkrankte in Dermbach die Frau des Fleischermeisters E. mit überaus heftigem Kopfschmerz, Ohrenbrausen, Schwindel, unstillbarem Erbrechen, Abgeschlagenheit, rheumatischen Schmerzen in allen Gliedern, dickbelegter Zunge und vollständiger Appetitlosigkeit.

Nach einigen Tagen entwickelte sich eine so unförmliche Geschwulst der Parotis, dass das Gesicht vollständig schief erschien. Unter heftigen Fiebererscheinungen ging diese Geschwulst in Vereiterung über und wurde dieselbe an mehreren Stellen incidirt. Hiermit trat eine bedeutende Besserung ein und endigte die Eiterung fast mit vollständiger Erhaltung der Drüse.

Gegen Neujahr soll die im 7. Monat schwangere Frau zwei Schweinscoteletts gegessen haben (?). Unmittelbar darauf erfolgte wiederum heftiges Erbrechen, starker Kopfschmerz und unter heftigen Wehen Tags darauf, bei sonst günstigem normalem Verlaufe,- der Abortus eines Kindes von sieben Monaten.

Die Kopferscheinungen gingen vorüber, doch stellte sich eine motorische Lähmung des rechten Armes ein, die sich indess nach einigen Tagen wieder verlor. In der vierten Woche (10/1. 68) entwickelte sich auf dem rechten Gesäss ein Abscess, der längere Zeit eine harte Umgebung hatte und bei der Eröffnung eine Tasse rahmähnlichen Eiters entleerte. Am Kreuzbein hatte sich gleichzeitig eine Decubitusstelle gebildet. Das Sensorium war hierbei meistens frei; das Auge war klar und freundlich, zuweilen kamen Anfälle von Dyspnoe, in welchen die Kranke mit dem Ausdruck grösster Angst aufgerichtet werden musste.

Eine an der rechten Hand und am rechten Arm sich entwickelnde ödematöse Anschwellung brachte den behandelnden Arzt auf den Verdacht einer Trichiniasis. — Oedem der Augenlider ist nur in sehr geringem Grade vorhanden gewesen; ausser an der rechten Hand fehlte es an den Extremitäten. Die Kranke, seit 10 Jahren nur von demselben Arzte behandelt, hat nie eine Krankheit gehabt, die mit Trichiniasis hätte verwechselt werden können.

Von den anderen Familiengliedern erkrankte unmittelbar nach der Frau ein Kind derselben unter Leibweh, Magendrücken und Kopfschmerzen, genas jedoch sofort wieder nach einem Laxans.

Diese Diagnose noch bei Lebzeiten der Frau an einem excitirten Muskelstückchen zu sichern, liess sich bei dem sehr gesunkenen Kräftezustande der Kranken nicht rechtfertigen. Der Tod erfolgte am 20/1. 68 durch Lähmung der Respiration und bei vollstem Bewusstsein. In den nach dem Tode untersuchten Muskeln der Frau fanden sich sehr zahlreich eingekapselte Trichinen. Die Kapseln, durchschnittlich eine in jedem angefertigten Präparat, zeigen besonders an den Spitzen zerstreute strich- und punctförmige Verkalkungen, die sich auf Zusatz von Salzsäure bedeutend aufhellen. Zwischen diesen Verkalkungen finden sich viele zerstreute Fettzellen vertheilt.

Anderweitige Fälle von Trichiniasis sind in Dermbach und Umgegend nicht vorgekommen und hat es sich ebenso nicht erweisen lassen, dass die Frau sich auswärts inficirt habe.

Ebensowenig lässt sich diese Erkrankung mit den im Januar 1868 in Lengsfeld gefundenen Trichinen in Zusammenhang bringen.

Durch die Uebereinstimmung, dass die hier bei Lebzeiten vermutheten Trichinen nach dem Tode als factisch vorhanden in den Muskeln gefunden wurden, gewinnt der oben als ganz abnorm bezeichnete Verlauf dieses Falles ein erhöhtes Interesse.

Die reiche Casuistik über Trichiniasis hat keine derartige Krankengeschichte aufzuweisen und Dr. Kratz giebt in seiner erschöpfenden Behandlung der Hederslebener Endemie keinen Fall, der mit sehr geringem Lidödem, mit Abscedirung der Parotis und auf den Glutäen einherging.

Entstehen bei sorgfältiger Betrachtung dieses Krankheitsverlaufes Zweifel darüber, dass eine Trichiniasis hier Todesursache gewesen sei, so werden diese durch den mikroskopischen Befund gesteigert. Setzt man die Infection zehn Tage vor den Erkrankungstag (10. December 1867), so erhält man für die Kapseltrichinen bis zum Tag des eingetretenen Todes (20/1. 68) höchstens ein Alter von 49—51 Tagen und bei diesem Alter finden sich bereits Verkalkungen in den Spitzen der Kapseln [1]. Ein derartiger frühzeitiger Eintritt der Verkalkung ist bis

1) Nach dem Druck des Obigen hat Herr Med.-Rath Küchenmeister die exicirten Fleischproben ebenfalls untersucht und ist zu einem abweichenden Resultate gekommen. In acht isolirten Kapseln ist auf Zusatz von Salzsäure sowohl als auch von Essigsäure eine Aufhellung der Kapseln ohne Gasentwicklung entstanden und schliesst deshalb Herr Med.-Rath Küchenmeister das Vorhandensein von kohlensaurem oder phosphorsaurem Kalk aus. Er schätzt die Mehrzahl der Kapseln auf ein Alter von höchstens acht Wochen, wobei er das Vorhandensein einzelner älterer verkalkter Kapseln für möglich hält. Dieses Alter würde dem Termin der möglichen Infection entsprechen und gewinnt durch dieses gewichtige Urtheil Küchenmeister's auch die Diagnose auf Trichiniasis an Wahrscheinlichkeit.

jetzt nicht beobachtet. Nach den ausgedehnten Experimenten FIEDLER's beginnt die Verkalkung der Trichinen in Kaninchen nicht vor dem 132—167. Tage, und bei dem Menschen scheint die Verkalkung nach den Befunden in Leichen noch viel später einzutreten, aller Wahrscheinlichkeit nach nicht vor neun Monaten oder einem Jahr (nach FIEDLER).

Die Eingangs beschriebenen Präparate aus den Muskeln eines Mannes, der ein Jahr nach der überstandenen Trichiniasis an Cholera starb und ebenso die aus den Muskeln einer älteren Frau, die fünf Jahre darnach an einem Schenkelhalsbruche starb, sind betreffs des Grades der Verkalkung kaum weiter vorgeschritten, als der hier in Frage stehende. — GERLACH nimmt als frühesten Termin der Verkalkung $1\frac{1}{2}$ Jahr, KÜCHENMEISTER dagegen nur $\frac{1}{4}$ Jahr an.

Nach dem mikroskopischen Befund allein könnte man entsprechend den bisherigen Beobachtungen die fragliche Trichinose auf mindestens $\frac{1}{4}$—$1\frac{1}{2}$ Jahre vor die letzte tödtliche Erkrankung zurücksetzen, eine Annahme, die in dem ganz absonderlichen Verlauf der letzten tödtlichen Krankheit nur noch eine Stütze mehr findet. Neben der älteren geheilten Trichinose hat hier eine Parotitis benigna mit Thrombusbildungen den lethalen Ausgang bedingt und mag zur Bekräftigung dieser Anschauung die Thatsache beitragen, dass Parotitis benigna in jener Gegend relativ häufig bei Typhus, Diphtheritis etc. zur Beobachtung kommt. Bei der Annahme einer reinen Trichinose bleibt das Räthselhafte, das dieser gänzlich isolirte und tödtlich verlaufene Fall bietet, ungelöst.

Es ist übrigens Thatsache, dass der Fleischer E. mehr Schweine geschlachtet hat, als nach seinem Fleischbuche untersucht worden sind und dass er vor der Erkrankung seiner Frau ein paar nicht ganz gesunde Schweine gekauft und diese auch geschlachtet hat.

Hat er diese Schweine nun nicht untersuchen lassen und im Gefühl einer gewissen Schuld nur zu gekochten Waaren verarbeitet, während allein die Frau vom Hackefleisch gekostet hat, so lösen sich allerdings auch manche der vorhandenen Räthsel.

5) Weitere Trichinenerkrankungen sind in Nordhausen 1865 vorgekommen.

II. Ergebnisse der Fleischbeschau.

Eine allgemeine Uebersicht über das Ergebniss der Fleischbeschau in ganz Thüringen ist bei der grossen Differenz der betreffenden Einrichtungen in den einzelnen Staaten zur Zeit kaum zu ermöglichen.

Sanitätspolizeiliche Bestimmungen zum Schutze des Publicums existiren in Thüringen zum Theil schon seit 1863, ausgedehnte Verordnungen aber erst seit 1865 und 66. Die Entwickelung der betreffenden Gesetzgebung ist entschieden in Thüringen eine weit vorgeschrittene und bietet viele interessante Vergleichspuncte. Die obligatorische Fleischbeschau, welcher wir nach den Erfahrungen in Thüringen das Wort reden müssen, ist am consequentesten in Sachsen-Weimar und in Sachsen-Gotha durchgeführt und können die in Sachsen-Weimar erlassenen Bestimmungen als mustergültig hingestellt werden. Die facultative Fleischbeschau besteht in grösserer Ausdehnung nur noch im Erfurter Regierungsbezirk, welcher nur in seinem nördlichsten Theile, in der berüchtigten Trichinengegend von Magdeburg, Braunschweig, Stendal und Halle, öfters Trichinen aufzuweisen hat. In allen nur einigermassen nennenswerthen Orten dieser nördlichen Grenze besteht jedoch ebenfalls die obligatorische Fleischbeschau, von den einzelnen Magistraten für die Gemeinden oder freiwillig eingeführt.

1) Sachsen-Weimar.

Die Regierung fasste zunächst als vorbereitenden Schritt Ende 1865 die Einrichtung von besonderen Fleischschaudistricten mit mindestens je einem geprüften Fleischbeschauer ins Auge und war es vorläufig noch den einzelnen Gemeindebehörden freigestellt, eine directe zwangsweise Fleischbeschau einzuführen oder nicht. Nachdem bis zum Ende des Jahres 1867 in den meisten Städten die obligatorische Fleischbeschau eingeführt und für jeden Fleischschaubezirk auch auf dem Lande der nöthige Sachverständige gefunden war, wurde vom Ministerium am 28. Januar 1868 dieselbe für sämmtliche Land- und Stadtgemeinden eingeführt. Die Grundbestimmungen sind folgende:

Jedes zum Verkauf gestellte Schweinefleisch muss vor dem Verkauf vom Fleischbeschauer als trichinenfrei bezeichnet sein. Zu diesem Behuf hat der Schlachtende alsbald nach dem Schlachten jedes Schwein in ein die nachstehenden sechs Rubriken enthaltendes Fleischbuch mittels Ausfüllung der ersten vier Rubriken unter fortlaufender Nummer einzutragen:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
No.	Tag des Schlachtens.	Alter und Geschlecht des Schweines.	Name und Wohnort des früheren Besitzers.	Tag der mikroskopischen Untersuchung.	Attest des Fleischbeschauers.

Alsdann hat er von jedem Schwein je eine Fleischprobe aus den Zwerchfell-, Brust- und Kehlkopfmuskeln zu entnehmen und diese

Theile in einer Schachtel, welche auf der Aussenseite mit dem Namen des betreffenden Schlächters und mit der in das Fleischbuch eingetragenen Nummer zu bezeichnen ist, zugleich mit dem Fleischbuche dem Fleischbeschauer zu übergeben. — Jede Schachtel darf nur Theile von einem Schwein enthalten.

Der Fleischbeschauer hat Rubrik 5 und 6 auszufüllen und überdies noch ein eigenes Journal zu führen.

Bei Untersuchung von einzelnen Fleischstücken müssen dieselben im Ganzen dem Fleischbeschauer vorgelegt werden.

Dem Fleischbeschauer steht es jedenfalls frei, sich die nöthigen Proben aus den geschlachteten Schweinen selbst zu entnehmen.

Der Verkäufer von Fleisch und Fleischwaaren aus dritter Hand haftet ebenso für trichinenfreie Beschaffenheit derselben.

Der Nachweis, dass Fleisch oder Fleischwaaren nicht von einem concessionirten Fleischbeschauer untersucht sind, zieht eine Strafe von 5—50 Thalern nach sich, vorbehältlich der noch zur Anwendung kommenden Bestimmungen des Strafgesetzbuches. Unordnungen im Fleischbuche werden mit 1—10 Thalern Strafe belegt.

Die Concessionirung eines Fleischbeschauers hängt von der Entschliessung des Ministeriums, resp. von dem Ausfall eines Examens ab. Das zu verwendende Mikroskop muss ausdrücklich bei der Prüfung des Fleischbeschauers als geeignet anerkannt sein.

Die Fleischschaudistricte auf dem Lande sollen in der Regel nicht über 2—3 Stunden Durchmesser haben.

Die Fleischschau hat bis jetzt in folgenden Fällen zu dem Auffinden von Trichinen geführt:

1) Am 26. Juli 1866 fand zuerst Herr Dr. Götze in einem Schweine zweier Fleischer von Weimar Trichinen, das sofort von der Polizei mitsammt circa 100 daraus bereiteter Würste confiscirt wurde. Ein zweites im Stalle der Fleischer befindliches Schwein musste ebenfalls confiscirt werden, weil es überaus reich mit eingekapselten Trichinen durchsetzt war. Beide Schweine wurden dem Caviller Beck (conf. Fall 4!) zum Aussieden unter polizeilicher Aufsicht verkauft. Die Schweine stammten aus der Mühle zu Grosskromsdorf, in welcher eine ausgedehnte Schweinezucht betrieben wird. Der Besitzer kauft meist junge Schweine von auswärts zur Mast an. Die andern daselbst vorhandenen 36 Schweine wurden unter polizeiliche Aufsicht gestellt, trotzdem jedoch zum Theil verkauft. Einige derselben stellten sich später als trichinenfrei heraus und die anderen waren nicht mehr der Untersuchung zugänglich zu machen.

2) Im Herbst 1866 hat derselbe Müller für seinen Hausbedarf ein

Schwein geschlachtet, in dem sich ebenfalls Trichinen fanden. Es sollen zu der Zeit verschiedene der Trichiniasis verdächtige Erkrankungen in der Mühle vorgekommen sein bei Personen, die trotz aller Warnung von dem Schweine gegessen hatten.

3) Im April 1867 fanden sich in einem Schweine aus Gaberndorf viel eingekapselte Trichinen und wurde das Schwein ebenfalls unter polizeilicher Aufsicht ausgekocht.

4) Im Mai 1867 fand Herr Dr. Götze zufällig in einem Stück Schweinefleisch Trichinen vor. Das betreffende Schwein stammte von demselben Caviller Beck, dem die zwei ersten trichinenhaltigen Schweine zum Aussieden verkauft worden waren und hatte der betreffende Fleischer das Schwein der Untersuchung entzogen. Es war möglich, noch den grössten Theil des Schweinefleisches zu confisciren, ein Theil aber war an unbekannte Personen verkauft worden und ist über nachtheilige Folgen von dem Genusse dieses Fleisches nichts bekannt geworden. Das Schwein war jung vom Caviller Beck angekauft worden, hatte sich nie krank gezeigt und war viel im Freien in der Umgebung der Schinderei gehalten worden. Das Alter wird auf nur ein halbes Jahr angegeben. Die Untersuchung zeigte Kapseln mit auffallenderweise zwei sehr verschiedenen Entwickelungsstufen. Die eine Art bildete eine länglich ovale Masse von unregelmässigen und glänzenden Kalkkrystallen mit zwischenliegenden amorphen und undurchsichtigen Kalkconcrementen. Die Präparate knirschten unter dem Deckgläschen und nach vielen Versuchen ist es dem Herrn Dr. Götze gelungen, aus einem solchen Concrement eine noch gut erhaltene Trichine heraus zu präpariren. Bei Zusatz von Salzsäure lösten sich die Kalkconcremente und meist auch die verkalkten Trichinen vollständig auf unter deutlicher Entwickelung von Luft (kohlensaurer Kalk!). — Ein anderer Theil der Kapseln war in einem weit weniger vorgerückten Stadium der Verkalkung, nur an den Enden zeigten sich einzelne, in Salzsäure verschwindende dunkle Puncte. Die Annahme einer zweimaligen Trichinen-infection dürfte, trotzdem dass das Alter des Schweins zu nur ½ Jahr angegeben ist, hier gerechtfertigt sein.

(Die Ratten der Schinderei, von wo dieses Schwein gekauft war, müssen in bedeutendem Grade trichinenhaltig sein. Vier solche von mir untersuchte enthielten Kapseltrichinen mit beginnender Verkalkung. Diese waren in den Extremitäten nur dünn gesäet, in dem Zwerchfell jedoch so dicht, dass in einem Gesichtsfeld sich deren 4—7 fanden. Fünf Ratten aus der Stadt Weimar waren trichinenfrei.)

5) Im Januar 1868 sind in einem Schweine in Lengsfeld bei Eisenach eingekapselte Trichinen gefunden worden.

Nach dem für Sachsen-Weimar Angeführten ist die Annahme von Trichinenherden in der Mühle zu Grosskromsdorf und in der Schinderei von Weimar gerechtfertigt. Auf die Mühle kommen ausser den drei trichinig befundenen Schweinen wahrscheinlich auch noch die Trichiniasiserkrankungen von Weimar (1863). Trotz eifriger Nachforschung von Seiten der Behörden hat sich über die Ursachen und Weiterentwicklung der Parasiten auf jenem Hofe nichts auffinden lassen, es ist jedoch eine ausgedehnte Untersuchung der Ratten, Wasserratten, Mäuse etc. bis jetzt auch noch nicht vorgenommen worden.

Einige Aufklärung über die Art der Uebertragung der Trichinen giebt der in Weimar zur Anzeige gekommene letzte Fall, indem ein trichiniges Schwein bei demselben Caviller Beck gefunden wurde, dem früher zwei trichinige Schweine zum Aussieden verkauft worden waren. Es hat dieses Aussieden unter polizeilicher Aufsicht statt haben sollen, doch sind wahrscheinlich einzelne Abfälle von den Ratten daselbst oder auch direct von jenem Schweine verzehrt worden. Der Grad der Einkapselung der Trichinen in den untersuchten Ratten würde mit der verflossenen Zeit übereinstimmen. Eine gänzliche Vernichtung trichinenhaltigen Fleisches dürfte deshalb immer anzuordnen sein.

2) Sachsen-Gotha.

Nach Mittheilung des Herrn Collegen Köllein bestehen daselbst sanitätspolizeiliche Vorschriften seit November 1863, kurze Zeit nach dem Bekanntwerden der Hettstedter Epidemie. Es wird vorerst durch dieselbe eine geordnete mikroskopische Fleischbeschau nicht eingeführt, sondern vornehmlich bestimmt, was geschehen soll, wenn trichinöses Fleisch gefunden wird. Indess verpflichteten sich schon damals die Fleischer in Waltershausen freiwillig, ihre geschlachteten Schweine mikroskopisch untersuchen zu lassen, um das sehr benachtheiligte Exportgeschäft in Schinken und Cervelatwurst zu schützen und dem consumirenden Publicum durch entsprechende behördliche Zeugnisse Sicherheit zu bieten (26. November 1863). Schon 14 Tage darauf nahmen die Fleischer ihre Verpflichtung zurück, »da die Trichinensache überhaupt gar nicht so viel auf sich habe und es nicht lange dauern werde, so sei die Sache wieder im alten Geleise und Alles vorbei«.

Als das Unheil in Hedersleben Ende 1865 alle Gemüther in Aufregung versetzte, erliessen in einer Anzahl von Städten (Gotha, Waltershausen, Ohrdruf etc.) die städtischen Behörden ein »Ortsstatut«, welches die Untersuchung aller geschlachteten Schweine oder importirten Schinken, Würste etc. anordnete. Die obligatorische Fleischbeschau wurde dann ebenso in sämmtlichen Orten der Landrathsamts-

bezirke von Gotha und Ohrdruf eingeführt. Nur im Landrathsamt Waltershausen hatte man bisher von der obligatorischen Fleischbeschau (die Stadt Waltershausen hatte ein Ortsstatut) abgesehen, hatte jedoch in fast allen Ortschaften geprüfte Sachverständige angestellt, um dem Publicum wenigstens hinreichende Gelegenheit zu bieten, sich zu schützen. Durch Beschluss des herzoglichen Staatsministerium ist in jüngster Zeit die obligatorische Fleischbeschau für Sachsen-Gotha ausgesprochen worden.

Durch die Ausdehnung der obligatorischen Fleischschau auf alle geschlachteten Schweine, selbst wenn das Fleisch derselben nicht zum Verkauf gestellt wird, unterscheiden sich die im Herzogthum Gotha gültigen Bestimmungen wesentlich von den sonst bekannt gewordenen. Auf Grund dieser Bestimmung war es möglich, dass in Waltershausen die beiden Todesfälle an Trichiniasis Veranlassung gaben zur Verurtheilung des ebenfalls an Trichinen erkrankten Vaters jener beiden Gestorbenen.

Als Fleischbeschauer in Sachsen-Gotha sind neben den Aerzten, Thierärzten und Apothekern auch Personen aus dem gebildeten Handwerkerstande, z. B. Uhrmacher, angestellt, die ihre Concession nach dem Ergebniss einer Prüfung erhalten. —

In dem anderen Landestheile von Sachsen-Gotha, in Coburg, sind nach Mittheilung des Herrn Medicinal-Rathes Dr. Meusel daselbst Trichinen noch nicht gefunden worden.

Die Resultate der Fleischbeschau liegen für den Landestheil Gotha fast vollständig vor und sind nach den Mittheilungen des Herrn Medicinal-Rath Dr. Schuchardt von Gotha in der Schlusstabelle zusammengestellt.

Trotz obligatorischer Fleischbeschau soll aber z. B. in Waltershausen immer noch fast die Hälfte aller geschlachteten Schweine der Untersuchung entzogen werden.

3) Sachsen-Meiningen.

Die obligatorische Fleischbeschau besteht daselbst seit ungefähr zwei Jahren. Ausser den oben beschriebenen, in Hildburghausen vorgekommenen Trichiniasisfällen sind nach Mittheilung des Herrn Dr. Graf noch Trichinen gefunden worden, am:

9/3. 66 in Pössneck, geschlechtslose, unausgewachsene Trichinen im Darmschleim eines Schweines. (Weiterer Befund nicht zu erlangen.)

16/8. 67 in Meiningen ein Schwein mit vielen Trichinen.

4/1. 68 in Lehesten ein Schwein mit anscheinend wenig Trichinen. Eine Statistik der Fleischbeschau zur Zeit noch unmöglich.

4) Sachsen-Altenburg.

Ein Landesgesetz, das die Fleischer zwingt, das zum Verkauf gestellte Fleisch untersuchen zu lassen, besteht in Altenburg nicht. In den meisten Städten jedoch ist eine obligatorische Fleischbeschau eingeführt.

Der Nachweis von Trichinen ist im Westkreise des Herzogthums einmal in Roda gelungen nach Mittheilung des Herrn Dr. Reinhold in Eisenberg.

Für den Ostkreis nimmt Herr Medicinal-Rath Dr. Geinitz in Altenburg nach seiner Veröffentlichung in Wagner's Archiv 1868. 1. ebenfalls einen Trichinenherd an. Es wurden Trichinen gefunden:

2. Januar 66 in einem Schwein in Altenburg, aus Berlin.
5. August 66 in einem Schwein in Gera, aus Gimmel.
27. Octob. 66 in einem Schwein in Altenburg, aus Remsa.
16. Mai 67 in einem Schwein in Altenburg, aus Göllnitz.

Von dem dritten Schwein, das der Schlächter bereits selbst untersucht und für trichinenfrei befunden hatte, haben 56 verschiedene Personen ohne Nachtheil gegessen, was zum Theil auf die landesübliche Bereitung des Fleisches zu beziehen ist, durch die »kaum eine Trichine mit dem Leben davon kommen kann«.

Fütterungsversuche mit dem Fleische bei Kaninchen von Dr. Geinitz hatten positiven Erfolg.

5) Regierungsbezirk Erfurt.

Im Regierungsbezirk Erfurt kommen nach Mittheilung des Herrn Sanitätsrathes Wittke nur selten Trichinen vor, so dass die königliche Regierung sich noch nicht zu einer zwangsweisen Einführung der Fleischbeschau für den ganzen Regierungsbezirk hat entschliessen können. Nur an der nördlichen Grenze des Bezirks reicht der Haupttrichinenherd von Deutschland noch nach Thüringen herein und besteht daselbst eine obligatorische Fleischbeschau. Die Gegend zwischen Magdeburg, Braunschweig, Stendal und Halle hat wohl bis jetzt am häufigsten in Deutschland Trichinen aufzuweisen gehabt und ist zumal im Semester 1867/68 daselbst die Trichiniasis noch viel häufiger aufgetreten als früher. Die strenge Handhabung der obligatorischen Fleischbeschau in jenen Districten lässt jetzt wahrscheinlich kein trichiniges Schwein mehr passiren und sind die früheren Erfahrungen über Tri-

chiniasis und die Resultate der Fleischbeschau in regelmässigen Berichten im VIRCHOW'schen Archiv veröffentlicht.

Nach dem Berichte des Kreisthierarztes HEINRICH kamen allein im Semester 1867/68 in diesem nördlichsten Theil von Thüringen folgende Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung vor:

10/12. 67 in Braunschweig . .	1	Schwein	beim Centralvieh-versicherungsverein versichert.
18/12. 67 in Nordhausen . . .	1	–	
21/12. 67 Domäne Frose . . .	2	–	
19/12. 67 in Wanzleben . . .	1	–	
7/1. 68 – – . . .	1	–	
8/1. 68 – Aschersleben . . .	1	–	
9/1. 68 – Wegeleben . . .	2	–	
Bis Anfang Januar hat die Braunschweiger Viehversicherungsgesellschaft bezahlt	14	–	
Bis ebendahin die Viehversicherung in Aschersleben	5	–	
24/1. 68 in Schmeidlingen . .	1	–	
– Frose	3	–	
26/1. 68 – Halberstadt . . .	2	–	
26/1. 68 – Domersleben . . .	1	–	
1/2. 68 – Schönebeck . . .	1	–	
3/2. 68 – Halberstadt . . .	1	–	
3/2. 68 – Schmeidlingen . .	1	–	
3/2. 68 – Sudenburg . . .	1	–	
12/3. 68 – Calbe a/S. . . .	1	–	
	40	Schweine.	
Davon sind auf der Domäne Frose gefunden allein	5	–	

Im Kreise Worbis sind im letzten Semester allein dreimal Trichinen in Schweinefleisch gefunden worden. Von dem rohen Fleisch ist einmal gegessen worden, ohne dass nachtheilige Folgen berichtet sind. Ebenso wurde im Jahre 1866 zu Worbis auf der Scharfrichterei ein Schwein mit Trichinen gefunden. Die Menschen, welche von dem rohen Fleisch genossen hatten, weigerten sich, ein Brechmittel zu nehmen und blieben gesund. In den Ratten der Scharfrichterei wurden keine Trichinen gefunden. — Zur Zeit der Hederslebener Epidemie kamen eine Anzahl von Arbeitern trichinenkrank nach Worbis zurück und starben meist.

(Nordhausen hatte 1865 im Ganzen 15 Erkrankungs- und 1 Todesfall.)

Ergebniss der mikroskopischen Untersuchungen:

	Ort.	Zeitraum der Untersuchung.	Anzahl der untersuchten ganzen Schweine und der einzelnen Theile solcher.	Davon mit Trichinen behaftet gefunden:
1	Stadt Altenburg . . .	April 1866—67	5280	3
2	Stadt Weimar . . .	1866	2310	2
	- -	1867	3040	2
	- -	1868, I. Quartal.	1020	—
3	Stadt Gotha	1866	5000	5
	- -	1867	6061	1
4	Stadt Waltershausen .	Nov. 65 bis Ende 65	262	—
	- - . .	1866	1520	1
	- - . .	1867	2170	1
5	Amt Waltershausen. .	1867	430	—
6	Ebenhausen in S.-Gotha	1867	9	1
7	Nazza und Lauterbach.	1866	2	—
	- - -	1867	19	1
8	Stadt Ohrdruff . . .	1866	151	—
	- -	1867	193	—
	- -	1868, I. Quartal.	82	—
9	Amt Ohrdruff . . .	?	?	?
10	Amt Gotha	1867	12374	—
11	Kreis Nordhausen . .	Wintersemester 1867/68	?	40

In Sachsen-Gotha (ohne Coburg), von welchem Lande allein eine fast vollständige Uebersicht der Fleischbeschau vorliegt (Mittheilung des Herrn Med.-Rathes Dr. Schuchardt in Gotha), kommen auf 28264 untersuchte Schweine neun solche mit Trichinen, d. h. 1 : 3140.

In der Stadt Weimar kommen auf 6370 Schweine bereits vier solche, d. h. 1 : 1590.

Nach dem bisher Mitgetheilten müssen wir einer allgemeinen obligatorischen Fleischbeschau entschieden das Wort reden. Thüringen hat, abgesehen von seiner nördlichen, stark von Trichinen heimgesuchten Grenze, noch verschiedene Trichinenherde (Waltershausen, Grosskromsdorf, Gegend von Altenburg und Weimar), durch die alljährlich eine verhältnissmässig grosse Anzahl von Schweinen inficirt wird. Von den meisten Gegnern der obligatorischen Fleischbeschau wird letztere doch für solche Districte für nöthig gehalten, in denen öfter Trichinen vorkommen und steht die Mehrzahl der Sanitätsbehörden in Thüringen auf diesem Standpuncte. Die Fleischbeschau muss aber Obigem zu Folge auch eine allgemeine, über die Landgemeinden sich gleicherweise

erstreckende sein und lassen sich die angeblich unüberwindlichen Hindernisse, wie die Beispiele von Sachsen-Weimar und Sachsen-Gotha lehren, bei gutem Willen beseitigen. Der bequeme Grundsatz, dass durch vernünftiges Zubereiten der Speisen und durch passende Belehrung nach dieser Richtung hin jeder Einzelne die Gefahr von sich wenden könne, passt schon in sofern nicht für Thüringen, als bei dem grossen Consum von Schinken und Cervelatwurst, die nur leicht geräuchert werden, um sie »saftig« zu erhalten, von dieser Seite immer wieder eine Epidemie wie die von Weimar verursacht werden kann. An eine Verminderung des Consums derartiger Fleischpräparate oder an eine Aenderung der Zubereitungsweise dieses grossen Industrieartikels aber ist in Thüringen nicht zu denken.

Am Schlusse sei hier noch eine Beobachtung angeführt, die von einem erheblichen Einfluss auf die zukünftige Gesetzgebung sein könnte. Die tägliche Erfahrung lehrt, dass trotz obligatorischer Fleischbeschau immer noch ein grosser Theil der geschlachteten Schweine der Untersuchung entzogen wird. (In Waltershausen nach Dr. Köllein z. B. die Hälfte.) In der Stadt Weimar betrug die Zahl der Untersuchungen:

1866 = c. 2360
1867 = c. 3090
im I. Quartal von 1868 = 1060.

Diese rapide Steigerung der zur Untersuchung gekommenen Schweine hängt nicht mit einer Vermehrung des Consums zusammen. Sie erklärt sich einfach daraus, dass seit Mitte des Jahres 1867 von den meisten Fleischern mit ihrem Fleischbeschauer eine jährliche Pauschalsumme vereinbart wurde, für welche letzterer alle von dem betreffenden Fleischer geschlachteten Schweine untersuchen muss. Dadurch hat der Fleischer kein Interesse mehr, wöchentlich ein oder mehrere Schweine der Untersuchung zu entziehen und liegt hierin nach dem einstimmigen Urtheil aller Fleischbeschauer der Grund der obigen raschen Steigerung.

Derartige Accordirungen dürften zum wirksameren Schutze des Publicums überall von den betreffenden Behörden anzuordnen sein. Ein weiterer Punct, den die Gesetzgebung noch nicht genügend berücksichtigt hat, ist die Verstopfung der Quellen, aus denen die Schweine die Trichinen beziehen. Für den Waltershäuser Trichinenherd sind die Trichinen in den Ratten von Dr. Köllein nachgewiesen, der Trichinenherd der Schinderei zu Weimar enthält ebenfalls zahlreiche trichinige Ratten und dürfte es an der Zeit sein, diese Infectionsquellen zu ver-

stopfen. Ausgedehntere Untersuchungen der Ratten und Vernichtung derselben, Belehrung in landwirthschaftlichen Vereinen über Einrichtung der Ställe etc., würden bei den betreffenden Regierungen noch in Anregung zu bringen sein. — Eine gänzliche Vernichtung (nicht Zurückstellung an den früheren Eigenthümer) von trichinenhaltigem Fleisch ist ebenso für eine vorsichtige Sanitätspolizei geboten. — Die Concessionirung von Fleischbeschauern über den wirklichen Bedarf hinaus kann durch Herabdrücken der Untersuchungsgebühren nur nachtheilig auf die Genauigkeit der einzelnen Untersuchung hinwirken. Wenn durch neu concessionirte Fleischbeschauer die Gebühr für die einzelne Untersuchung nach und nach bis fast auf 1 Silbergroschen herabgedrückt wird, so muss das Zutrauen auf die Zuverlässigkeit der Untersuchung schwinden.

Mai 1868.

Ueber Stellungen des graviden und puerperalen Uterus.

Von

Dr. N. F. Winkler,

Assistenzarzt im Entbindungshause zu Jena.

In den meisten geburtshülflichen Werken findet man die Angabe, der schwangere Uterus zeige gewisse Stellungsänderungen, und zwar namentlich Lateroversionen sowie Drehungen um seine Längsaxe. Unter letzteren wird stets die Rechtsdrehung, d. h. das Vorstehen der linken Kante ganz besonders betont, eine Behauptung, die nicht vorwurfsfrei dasteht deshalb, weil die Uterusstellung anscheinend immer nur nach dem Augenschein taxirt und überhaupt nie eine grössere Beobachtungsreihe zusammengestellt worden war. — Diese Uterusstellungen gewannen grössere Bedeutung, als man nach Kiwisch's Vorgange das angeblich häufigere Vorstehen der linken Kante mit gewissen häufigeren Positionen der Kindeslagen in Beziehung zu setzen anfing. So plausibel auch letztere Behauptung zu sein scheint, so nothwendig ist es, die ihr zu Grunde gelegten Prämissen zu prüfen. Wie gesagt, bewiesen waren diese Prämissen noch nicht: gestützt wurden sie aber durch die Schätzung nach dem Augenmaass und durch die Betrachtung der Lage der Uteruswunde nach vorgenommenem Kaiserschnitt. — Das Augenmaass ist bei geringeren Axendrehungen äusserst trügerisch, wie ich mich selbst durch Controlversuche mit dem Messband überzeugt habe. Die Zahl der Kaiserschnitte aber, bei welchen die Lage der Uteruswunde näher bestimmt wurde, ist viel zu klein, als dass sich hieraus irgendwelche Schlüsse ziehen liessen. — Auf den Sectionstisch kommen Spätschwangere nur sehr selten: wo aber derartige Untersuchungen gemacht wurden, findet man gerade die Axendrehungen des Uterus nicht berücksichtigt. So geben weder Röderer [1]) noch Hunter [2]) hierüber

---

1) Röderer, Icones uteri humani

2) Hunter, Anatomia uteri humani gravidi.

Aufschluss. Es fällt aber sehr wohl auf, dass aus HUNTER's Abbildungen, wo doch sonst in Bezug auf Situs keine Künstelei herrscht, in der Mehrzahl der Fälle bei evidenten Frontalansichten nicht eine Rechts-, sondern gegentheilig eine Linksdrehung ersichtlich wird.

Unter diesen Umständen ist der einzige Weg, zu genauen Resultaten zu gelangen, die directe Messung und in Nachfolgendem sind die Resultate so angestellter Beobachtungen enthalten. — Gleichzeitig wurde stets die Kindeslage bestimmt, um einem etwaigen Causalnexus zwischen Uterus- und Kindesstellung auf eine sichere Spur zu kommen.

Die Messung selbst wurde stets in der Weise ausgeübt, dass der in der horizontalen Rückenlage befindlichen Frau, weil nur so die Bauchdecken hinlänglich erschlafft sind, das Messband quer über den Leib von einer seitlichen Grenze des Uterus bis zur andern gelegt und nunmehr die Maasse für die gesammte Breite, die Linea alba, sowie die Ansatzpuncte der runden Mutterbänder bestimmt wurden. Aus den sich von selbst ergebenden betreffenden Differenzen wurden alsdann sowohl die Lateroversionen wie die zugehörigen Längsaxendrehungen berechnet. Eine Differenz bis zu zwei Ctms. wurde der etwaigen Fehlerquellen wegen stets gleich Null gezählt. — Es wurde aus nahe liegenden Gründen stets bloss am contrahirten Uterus gemessen, ein Zustand, den man in den letzten 8—12 Wochen mit Leichtigkeit und ohne Schaden durch Reiben etc hervorrufen kann. Gleichzeitig mit dem Uterus contrahiren sich auch die Lig. rot., so dass sowohl sie selbst wie auch ihre als kegelförmige spitze Fortsätze der Uterinsubstanz sich darstellende Ansatzpuncte leicht zu palpiren sind. Auf diese Weise gelang es in allen Fällen, selbst bei äusserst gespannten Bauchdecken, die Lig. rot. zu palpiren und sie bis zu ihren beiden Endpuncten zu verfolgen [1]).

Die Palpation der Tuben dagegen ist am schwangeren Uterus viel unsicherer, da sie ein viel tieferes Eindrücken der Finger erheischt, was bei Straffheit oder lebhafter reflectorischer Action der Bauchmuskeln schwer und selbst unmöglich werden kann. Deshalb haben die

1) Beiläufig sei noch erwähnt, dass es mir bis jetzt in allen klinischen Fällen, die bis abwärts zur 20sten Schwangerschaftswoche reichten, ohne Ausnahme gelang, die Lig. rotunda einfach von aussen zu palpiren, so dass ich glaube, die Palpation der Uterinadnexa dürfe bei der Differentialdiagnose zwischen intra- und extrauteriner Entwickelung der Frucht keine untergeordnete Rolle spielen. Ausserdem bemerke ich noch kurz, dass auch bei Früh-, wie bei Nichtschwangeren unter günstigen Bedingungen vermittelst combinirter Untersuchung die Palpation der Lig. rot. und Tuben ebensowenig wie die der Ovarien mit unüberwindlichen Schwierigkeiten zu kämpfen hat.

Tubenecken der Messung nicht zu Grunde gelegt werden können. — Unter günstigen Umständen gelingt es übrigens leicht, die Tube an ihrer Beweglichkeit zu erkennen, sie bis zu ihrem freien Ende hin zu verfolgen und oberhalb desselben bisweilen auch das Ovarium als solches zu palpiren. Die Tubenecke selbst fühlt sich ebenso, wie die Bänderecke, als keilförmiger Fortsatz an, nur breiter und länger als letztere.

Das den Messungen zu Grunde gelegte Material waren Schwangere ohne Auswahl, wie sie gerade in der Anstalt zur Aufnahme gelangten und mir von Herrn Hofrath SCHULTZE mit grösster Liberalität zur Disposition gestellt wurden. Etwa die Hälfte des Materials, an dem Beobachtungen meinerseits gemacht wurden, ist mit dem von B. SCHULTZE [1]) verwertheten identisch.

Zur Benutzung gelangten 44 Schwangere, an denen überhaupt 800 Messungen, also pro Person 18 Messungen im Durchschnitt gemacht wurden, und zwar täglich einmal im Laufe des Vormittags, in einigen wenigen Fällen auch noch zum zweiten Mal gegen Abend.

Das Ergebniss ist zunächst folgendes:

Tabelle I.

Uterusdrehung um Längsaxe.	Zahl der Beobachtungen.	Ob laterovertirt?		
		dextro.	sinistro.	median.
R. Kante vor . .	303 (38%)	200 (66%)	10 (3%)	93 (31%)
L. Kante vor . .	142 (18%)	51 (36%)	18 (12%)	73 (52%)
Symmetrisch . .	355 (44%)	147 (41%)	26 (7%)	182 (52%)
Summe	800	398 (50%)	54 (7%)	348 (43%)

Somit bestand eine Rechtsdrehung nur in 18% der Beobachtungen, dagegen Linksdrehung in 38% und die höchsten Procente zeigte die symmetrische Stellung. Längsaxendrehungen überhaupt wurden demnach in 56% gefunden, und unter diesen war Linksdrehung die überwiegend häufigste.

Die Stellung des Uterus bezüglich der Längsaxe ist, ganz abgesehen vom Grade der Drehung, eine überaus wechselnde. Die längste Dauer einer und derselben Stellung erstreckte sich auf den Zeitraum von neun Tagen, und zwar fand sich dieses Verhalten nur einmal vor, ebenso nur einmal eine sechstägige Dauer, etwas häufiger, nämlich

1) B. SCHULTZE, Untersuchungen über den Wechsel der Lage und Stellung des Kindes. 1868. — Die hier angewendete Nomenclatur besonders der Lagen ist auch von mir benutzt worden.

achtmal, eine Dauer von 3—4 Tagen. Bei diesen 10 Frauen mit zeitweise constanter Uterusstellung fand sich als constante Stellung nie die Rechtsdrehung, bei zweien Symmetrie, bei den übrigen aber die Linksdrehung. In allen übrigen Fällen bestand ein Wechsel von Tage zu Tage und selbst vom Morgen zum Abend.

Meistens bestand bei allen Frauen, die mindestens sechs Tage in Beobachtung waren, ein lebhafter Wechsel zwischen allen drei Arten von Stellungen: nur bei zwölf Frauen wurde ein Wechsel zwischen zwei Arten beobachtet. Darunter bei neun Frauen ein Schwanken zwischen Symmetrie und Linksdrehung, bei einer Frau zwischen Symmetrie und Rechtsdrehung, bei zwei Frauen zwischen Links- und Rechtsdrehung. In allen diesen Fällen kamen alle Stellungen der Schädel-, Steiss- und Querlagen durcheinander vor.

Auch die Lateroversionen schwanken ziemlich bedeutend, obwohl weniger als die Längsaxendrehungen. Bei 1 Frau mit 17 Beobachtungstagen fand sich constant Dextroversion. Wieder bei einer mit 15 Beobachtungen ein Schwanken zwischen Sinistroversion und Medianstellung, und zwar 11 Sin. + 4 Med.: dagegen bei 16 Frauen mit zusammen 379 Beobachtungen ein Wechsel zwischen Dextroversion und Medianstellung, und zwar 226 Dextr. + 153 Med. — Nie war Sinistroversion constant, selbst nicht einmal auf wenige Tage.

Behufs Erforschung des etwaigen Causalnexus zwischen Uterus- und Kindesstellung mussten zunächst alle die Einzelmessungen, 50 an Zahl, ausgeschieden werden, bei welchen die Stellung des Kindes nicht mit völliger Sicherheit hatte ermittelt werden können, und die nun folgende Zusammenstellung ergab nach allen Richtungen fast absolut dieselben Procente:

Tabelle II.

Uterusdrehung um Längsaxe.	Zahl der Beobachtungen.	Ob laterovertirt?		
		dextro.	sinistro.	median.
R. Kante vor	280 (38%)	181 (65%)	8 (3%)	91 (32%)
L. Kante vor	129 (17%)	49 (38%)	15 (12%)	65 (50%)
Symmetrisch	341 (45%)	140 (41%)	23 (7%)	178 (52%)
Summe	750	370 (49%)	46 (6%)	334 (45%)

Ferner durften, um für die Berechnung einen möglichst sicheren Boden zu gewinnen, nur die Schädelstellungen verwerthet werden, und somit beläuft sich die Zahl der für unsere Zwecke verwerthbaren Beobachtungen bloss auf 670.

Tabelle III. A. giebt eine Uebersicht der Schädelstellungen.

Lagen.		Rechtsdrehung				Linksdrehung				Symmetrisch				Summa der Beobachtungen	Lateroversion		
			Lateroversion				Lateroversion				Lateroversion						
			dextr.	sin.	med.		dextr.	sin.	med.		dextr.	sin.	med.		dextr.	sin.	med.
I. Schäd. 1	I	61 (18%)	31 (51%)	1 (2%)	29 (47%)	129 (38%)	97 (75%)	1 (1%)	31 (24%)	145 (44%)	73 (50%)	2 (1%)	70 (48%)	335	201 (60%)	4 (1%)	130 (39%)
II. Schäd. 2	Diameter	11 (12½%)	2 (18%)	—	9 (82%)	34 (38½%)	19 (56%)	1 (3%)	14 (41%)	43 (49%)	9 (21%)	4 (9%)	30 (70%)	88	30 (34%)	5 (6%)	53 (60%)
	Summe:	72 (17%)	33	1	38	163 (39%)	116	2	45	188 (44%)	82	6	100	423 (63%)	231 (55%)	9 (2%)	183 (43%)
I. Schäd. 2	II	16 (28%)	4 (25%)	6 (37½%)	6 (37½%)	15 (26%)	8 (53%)	—	7 (47%)	26 (46%)	11 (42%)	4 (16%)	11 (42%)	57	23 (40%)	10 (18%)	24 (42%)
II. Schäd. 1	Diameter	16 (11%)	5 (31%)	3 (19%)	8 (50%)	60 (41%)	25 (42%)	6 (10%)	29 (48%)	69 (48%)	22 (32%)	9 (13%)	38 (55%)	145	52 (36%)	18 (12%)	75 (52%)
	Summe:	32 (16%)	9	9	14	75 (37%)	33	6	36	95 (47%)	33	13	49	202 (30%)	75 (37%)	28 (14%)	99 (49%)
I. Schäd. quer	Diamet.	5	3	—	2	11	9	—	2	18	5	3	10	34	17	3	14
II. Schäd. quer	trans.	3	—	2	1	1	1	—	—	7	3	1	3	11	4	3	4
	Summe:	8 (18%)	3	2	3	12 (27%)	10	—	2	25 (55%)	8	4	13	45 (7%)	21 (47%)	6 (13%)	18 (40%)
Hauptsumme:		112 (17%)	45 (40%)	12 (11%)	55 (49%)	250 (37%)	159 (64%)	8 (3%)	83 (33%)	308 (46%)	123 (40%)	23 (7%)	162 (53%)	670	327 (49%)	43 (6%)	300 (45%)

B.

Lagen.		Rechtsdrehung	R. dextr.	R. sin.	R. med.	Linksdrehung	L. dextr.	L. sin.	L. med.	Symmetrisch	S. dextr.	S. sin.	S. med.	Summa der Beobachtungen	dextr.	sin.	med.
I. Schädel .		82 (19%)	38 (46%)	7 (9%)	37 (45%)	155 (36%)	114 (74%)	1 (1%)	40 (25%)	189 (45%)	89 (47%)	9 (5%)	91 (48%)	426 (64%)	241 (57%)	17 (4%)	168 (39%)
II. Schädel .		30 (12%)	7 (23%)	5 (17%)	18 (60%)	95 (39%)	45 (47%)	7 (7%)	43 (46%)	119 (49%)	34 (29%)	14 (11%)	71 (60%)	244 (36%)	86 (35%)	26 (11%)	132 (54%)

I. Längsaxendrehungen.

Für die Längsaxendrehungen finden wir, gleichviel ob wir die gesammten Schädelstellungen berücksichtigen, gleichviel ob der I. oder II. Deventersche Durchmesser vom Kopfe besetzt ist, ebenso aber auch bei I. Schäd. (1), welche relativ die höchste absolute Zahl erreicht, genau dieselben Procente wie in Tabelle I. und II. — Diese fünffache Uebereinstimmung und — ich greife vor — das gleiche Ergebniss bei allen, und zwar zu sehr verschiedenartigen Zwecken gemachten Zusammenstellungen, erweist die Procentzahlen in Tabelle I. als maassgebende.

In runden Zahlen und möglichst einfach ausgedrückt ist also das Verhältniss der Rechts- zur Linksdrehung und zur symmetrischen Stellung etwa wie 1 : 2 : 3. — Dieses Verhältniss sehen wir ohne wesentliche Beeinträchtigung überall wiederkehren, gleichviel ob wir bloss die Schädellagen allein oder sammt den übrigen Lagen betrachten, gleichviel ob wir unter den Schädellagen die Haupt- oder andere Summen oder die einzelnen Stellungen prüfen, gleichviel endlich ob wir verschiedenartige Zusammenstellungen wie z. B. in Tabelle V. berücksichtigen. — Schon hieraus dürfte man berechtigt sein, einen näheren Connex zwischen Uterus- und Kindesstellung anzuzweifeln. Bedenkt man ferner noch, dass die Uterusstellung bei weitem labiler ist als die Kindesstellung überhaupt, bedenkt man endlich, dass die Uterusstellung bei einzelnen Frauen trotz völliger Stabilität der Kindesstellung dennoch nicht unbedeutende Schwankungen zeigt, dann sieht man sich allerdings genöthigt, der Uterusstellung jeden entscheidenden Einfluss auf Kindesstellung abzusprechen. Bei dieser Gelegenheit sei auch noch erwähnt, dass das obige Verhältniss der Uterusstellungen im Wesentlichen völlig dasselbe blieb auch bei einer Zusammenstellung der Beobachtungen nach den einzelnen Schwangerschaftswochen. Leider konnten des Materials wegen bloss die 36 — 40. Woche berücksichtigt werden, und obschon sich keine anderen Resultate aus dieser Zusammenstellung ergaben, so wurde doch wenigstens auch auf diese Weise die Beständigkeit des Verhältnisses der Uterusstellungen bewiesen. — Genau dasselbe Resultat erhellt auch aus Tabelle III. B, woselbst alle ersten Schädelpositionen den zweiten gegenübergestellt sind. — Halten wir an dieser Thatsache, dass das Verhältniss der Uterustorsionen durchschnittlich ein constantes ist, fest, so werden wir sicherlich diejenigen Schwankungen, welche Tab. III. A für die einzelnen Kindespositionen vorführt, in eine ursächliche Beziehung zu eben jenen Positionen in keiner Weise bringen können. Suchen wir aber nach einer Ursache für jene

Schwankungen, so liegt wohl der Verdacht am nächsten, dass die absoluten Zahlen, weil viel zu klein, keine richtigen Verhältnisse ergeben können. Möglich aber, dass hier noch andere Ursachen concurriren, möglich, dass hier vielleicht ein Connex in einer der bisher vermutheten entgegengesetzten Richtung besteht, mit anderen Worten, dass die Kindesposition nicht Folge, sondern Ursache mancher Stellungsveränderung des Uterus sein mag. Obschon sich hierfür manche Anhaltspuncte in den Zahlen finden liessen, so sind doch im Ganzen die Zahlen zu klein, um diese Frage hier zu ventiliren.

II. Lateroversionen.

Drehungen um die Antero-posterior-Axe bestehen nach Tab. I in folgender Weise:

Dextroversion .	50 %
Sinistroversion .	7 %
Medianstellung .	43 %

Dieselben Verhältnisse zeigt Tabelle II und Tabelle III. A, letztere in den Hauptsummen. — Wir sehen auch hier im Grossen und Ganzen ein gewisses constantes Verhältniss, welches einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen Lateroversion und Kindesstellung durchaus nicht für wahrscheinlich ansehen lässt. Wir finden stets einen überwiegenden Procentsatz für die Medianstellungen, und unter den Lateroversionen wieder die Dextroversion ganz besonders bevorzugt, also ein ähnliches Verhältniss wie bei den Uterustorsionen. Auch hier sind, wie oben, die nämlichen Erwägungen maassgebend, es fragt sich nur noch, ob den hier allerdings bedeutenderen procentaren Schwankungen ein grösseres Gewicht beizulegen ist, wie bei den Torsionen. Für die einzelnen Stellungen in Tabelle III. A ergeben die Schwankungen durchaus kein durchsichtiges Verhalten: aus Tabelle III. B ersehen wir aber in der That nicht unbeträchtliche Unterschiede, je nachdem der Rücken des Kindes links oder rechts liegt: nur sind die Unterschiede nicht derart, dass sie einen zwingenden Einfluss auf die Kindesstellung erkennen liessen, eher lässt sich vermuthen, dass unter Umständen der entgegengesetzte Einfluss als ein diese Unterschiede bedingender Factor anzusehen ist. Für diese Vermuthung kann ich als Stütze zwei directe Beobachtungen anführen. Bei einem unter der Hand entstandenen Positionswechsel aus I. 1 in II. 1 sah ich eine mässige Dextroversion in die Medianstellung, und bei einer anderen Frau, wo der umgekehrte Wechsel statt hatte, eine leichte Dextroversion in eine ganz bedeutende übergehen. Beidemal war der Positionswechsel das Primäre, und erst nachträglich entstand die veränderte Uterusstellung dadurch, dass der

Fötus mit seinen Füssen den schlaffen Sack vor sich her trieb, und zwar so weit, bis der Uterus auf der entgegengesetzten Seite dem Rücken des Kindes anlag.

III. Ursachen der Axendrehungen.

Das ziemlich constante Verhältniss für die Torsionen ebenso wie für die Lateroversionen macht es wahrscheinlich, dass auch ihre Ursachen in gewissem Sinne constant sein müssen. Weiterhin ist es sogar wahrscheinlich, dass beide Drehungen eine gemeinsame Ursache haben müssen. In wieweit letztere Vermuthung begründet ist, ergiebt folgende Tabelle IV, die aus Tabelle III und Tabelle V. A extrahirt ist.

Tabelle IV.

Art der Lateroversion.	Wie vielte Schwangerschaft.	Zahl der Lateroversion.	Welche Drehung? nach rechts.	nach links.	Symmetrisch.
Dextro	P.p.	83	7 (8%)	51 (61%)	25 (31%)
	M.p.	244	38 (16%)	108 (44%)	98 (40%)
	Summe:	327	45 (14%)	159 (48%)	123 (38%)
Sinistro	P.p.	27	4 (15%)	5 (18%)	18 (67%)
	M.p.	16	8 (50%)	3 (19%)	5 (41%)
	Summe:	43	12 (28%)	8 (18%)	23 (54%)
Median	P.p.	76	17 (22%)	25 (33%)	34 (45%)
	M.p.	224	38 (17%)	58 (26%)	128 (57%)
	Summe:	300	55 (18%)	83 (28%)	162 (54%)

Unter den constant wirkenden Momenten könnte die verschiedene Länge der Lig. rotunda zunächst wohl in Anspruch genommen werden, wenn nur überhaupt darüber Einverständniss wäre, welches von beiden das meist längere sei. Man begegnet aber hierüber ganz verschiedenen Angaben.

Von den anderen Ursachen, wie sie z. B. Schatz [1]) für die von ihm gleichfalls noch als Norm angesehene Rechtsdrehung statuirt, erleichtern die durch die Mm. psoae bewirkte Trapezgestalt des Beckeneinganges sowie die labile Unterstützung des Uterus seitens der vorderen Kante

1) F. Schatz, der Geburtsmechanismus der Kopfendlagen. Leipzig 1868.

der Wirbelsäule einfach Stellungsänderungen überhaupt, ohne aber die Art der Stellungsänderung zu beeinflussen.

Dass die links gelegene Flexura sigm. unter Umständen zur Dextroversion beitragen und vielleicht auch eine Rechtsdrehung veranlassen könne, ist nicht undenkbar. Man darf übrigens nur die Druckkraft der Flexur mit der bedeutenden Schwere des Uterus vergleichen und darf nur daran denken, dass diese relativ geringe Kraft in der nächsten Nähe des Hypomochleon ihren Angriffspunct hat, um sofort das Unstatthafte einzusehen, dieser Kraftquelle eine allgemeine Bedeutung beilegen zu wollen.

Es giebt indessen ein Moment, welches a priori die frühere Ansicht über das normale Vorstehen der linken Kante zweifelhaft erscheinen lässt, dagegen die Ergebnisse vorliegender Arbeit durchaus ungezwungen erklärt. Ich meine die Lage der übrigen Därme. Der sich entwickelnde Uterus drängt die Därme nach oben und letztere finden, da das rechte Hypochondrium von der Leber besetzt ist, für gewöhnlich, so lange seitens der Bauchdecken die normale Uterusaxe nicht wesentlich verändert wird, nur im linken Hypochondrium Platz. — Von hier aus wirkend sind sie als Kraft aufzufassen, die den Uterus nach vorn und rechts drängt. Die Kraftrichtung nach vorn wird durch die Bauchdecken ziemlich paralysirt, es bleibt somit nur die Tendenz der Dextroversion übrig. Indem aber der Uterus gegen das, bei Schwangeren ja meist stark gespannte Coecum und Colon ascendens gedrängt wird, begegnet er einem Widerstande, der seinerseits wieder auf die rechte Uteruskante als eine Kraft in der Richtung nach vorn und links wirken muss. Auf diese Weise wäre Linksdrehung des Uterus nur als eine höhere Potenz der Dextroversion aufzufassen.

Ferner haben wir noch die Lig. rotunda zu berücksichtigen. Dieselben dürften, ohne gezerrt zu werden, nur einen gewissen Grad von Dextroversion zulassen: jedes Plus von Kraft wird alsdann in die eine oder die andere Längsaxendrehung umgesetzt.

Obige Betrachtung giebt eine ziemlich befriedigende Erklärung für das Gros der Beobachtungen: man darf aber nicht vergessen, dass bei diesen Vorgängen eine grosse Zahl der Momente, vielleicht alle, nicht unwesentliche Schwankungen zeigen. Zunächst zeigen die Därme selbst, sowohl die Jejuna im linken Hypochondrium, wie auch das Coecum und Col. ascendens einen sehr schwankenden Füllungsgrad. — Ferner wird der von ihnen ausgeübte Druck je nach der Straffheit der Bauchdecken ein sehr verschiedener sein, und sind die Bauchdecken durchaus schlaff, so werden die Därme eine durchaus abnorme Lage annehmen, sie wer-

den mehr hinter dem Uterus, vor ihm, ja sogar im rechten Hypochondrium lagern können.

Die Länge der Lig. rotunda ist bei den einzelnen Individuen vielleicht verschieden, vielleicht ist bald das eine, bald das andere kürzer. Aber, wie dem auch sei, es ist nicht abzusehen, warum nicht, unabhängig von der ursprünglichen Länge, auch eine Verschiedenheit in ihrer Entwickelung während der Schwangerschaft statt haben sollte.

Erwähnt sei noch ein Moment, nämlich die Möglichkeit, besonders bei schlaffem Uterus, dass die Kindesposition auf die Uterusstellung von Einfluss sein könnte.

Schliesslich muss noch hervorgehoben werden, dass bei Betrachtung obiger Erklärung sowohl der Grad der Straffheit des Uterus, wie auch dessen Grösse völlige Berücksichtigung verdienen.

Um beide letzteren Momente zu eruiren, dienen die Tabellen V. A und B auf S. 532, in deren erster die Straffheit des Uterus durch Gegenüberstellung der Erst- (P. p.) und Mehrschwangeren (M. p.), in der zweiten dagegen die Grösse des Uterus berücksichtigt wurden.

Bei straffem Uterus ist keine starke Dextroversion zu erwarten, eher eine vermehrte Torsion, und zwar hier direct durch den Zug der Lig. rot. bedingt. — Der schlaffe Uterus erleidet unter dem Einfluss entsprechender Kräfte eher eine Dextroversion denn eine Torsion.

Die Zunahme der Uterusgrösse bewirkt eine Vergrösserung des Angriffspunctes, also Zunahme der Dextroversion. Dagegen ist nicht sofort eine bedeutende Zunahme der Linksdrehung zu erwarten, da durch grössere Füllung immer der Umfang des Uterus vermehrt wird, so dass dieselben ursächlichen Momente nunmehr eine relativ geringere Excursion bewirken können.

Während bisher dem Uterus immerhin nur eine mehr passive Rolle bei seinen Stellungsveränderungen eingeräumt werden konnte, lag die Frage auf der Hand, sein Verhalten während seiner Activität, also unter der Geburt, zu studiren. Diese Frage zu behandeln, musste ich mir wegen Mangel an entsprechend grossem Material versagen. Aufgefallen war mir allerdings die anscheinend grosse Neigung des Uterus mit dem Eintritt kräftigerer Wehen, und auch schon bisweilen in den letzten 2—3 Tagen der Schwangerschaft, eine symmetrische Stellung anzunehmen oder sich dieser wenigstens mehr als bisher zu nähern. — Dies würde mit den Beobachtungen SPIEGELBERG's [1]) übereinstimmen, welcher unter 900 Geburten symmetrische Stellung in 82 % (737) beobachtet haben will. Auffallend bleibt mir nur seine

[1]) Mon. f. Geb. 1867. Febr. pag. 92.

Tabelle V. A.

	Rechtsdrehung	Lateroversion			Linksdrehung	Lateroversion			Symmetrisch	Lateroversion			Summa der Beobachtungen	Lateroversion		
		dextr.	sin.	med.		dextr.	sin.	med.		dextr.	sin.	med.		dextr.	sin.	med.
P.p.	28 (15%)	7	4	17	81 (44%)	54	5	25	77 (41%)	25	18	34	186	83 (45%)	27 (14%)	76 (41%)
M.p.	84 (17%)	38	8	38	169 (35%)	108	3	58	231 (48%)	98	5	128	484	244 (51%)	16 (3%)	224 (46%)

B.

	Rechtsdrehung	dextr.	sin.	med.	Linksdrehung	dextr.	sin.	med.	Symmetrisch	dextr.	sin.	med.	Summa der Beobachtungen	dextr.	sin.	med.
Wenig	54 (17%)	16	10	28	119 (36%)	80	5	34	154 (47%)	53	16	85	327	149 (46%)	34 (10%)	147 (44%
Viel Fruchtwasser.	58 (17%)	29	2	27	131 (38%)	79	3	49	154 (45%)	70	7	77	343	178 (52%	12 (3%)	153 (45%)

Tabelle VI. A.

	Rechtsdrehung	dextr.	sin.	med.	Linksdrehung	dextr.	sin.	med.	Symmetrisch	dextr.	sin.	med.	Summa der Beobachtungen	dextr.	sin.	med.
I. Diam. obl. besetzt.	14	8	2	4	15	12	1	2	2	1	0	1	31	21	3	7
II. - - -	7	3	2	2	5	3	2	0	—	—	—	—	12	6	4	2
I. Position	12	8	0	4	12	10	2	0	2	1	0	1	26	19	2	5
II. Position	9	3	4	2	8	5	1	2	—	—	—	—	17	8	5	4
Summe:	21	11	4	6	20	15	3	2	2	1	0	1	43	27	7	9

B.

	Rechtsdrehung	dextr.	sin.	med.	Linksdrehung	dextr.	sin.	med.	Symmetrisch	dextr.	sin.	med.	Summa der Beobachtungen	dextr.	sin.	med.
I. Diam. obl. besetzt.	78	30	33	15	84	52	14	10	15	3	—	12	177	85	47	45
II. - - -	32	12	12	8	32	16	9	7	7	1	3	3	71	29	24	18
I. Position	74	25	29	20	64	43	13	8	13	1	3	9	151	69	45	37
II. Position	36	17	16	3	52	25	10	17	9	3	—	6	97	45	26	26
Summe:	110	42	45	23	116	68	23	25	22	4	3	15	248	114	71	63

Angabe, dass in den übrigen 18% (163) immer nur Rechts-, nie aber Linksdrehung vorhanden gewesen sein sollte. Ich hatte gleichfalls in einigen, freilich nur 12 Fällen unter der Geburt die Messung angestellt, fand aber zufälligerweise nur zwei Rechtsdrehungen, dagegen vier symmetrische Stellungen und sechs Linksdrehungen. Letztere kommen also jedenfalls auch unter der Geburt vor. Uebrigens die Spiegelberg'-schen Angaben ohne Weiteres zu acceptiren, trage ich gewisse Bedenken, und zwar deshalb, weil die Uterusstellungen anscheinend immer nur nach dem Augenmaass taxirt wurden und somit diese Angaben, wie ich glaube, nicht über allen Zweifel erhaben sind.

IV. Uterusstellungen nach der Geburt.

So lange noch die Ueberzeugung von der Wichtigkeit des Connexes zwischen Uterusstellung und Kindesposition Geltung hatte, musste man daran denken, dass eine Uterusstellung von so entscheidendem Einfluss jedenfalls auch noch gleich nach der Geburt fortbestehen, ja vielleicht auch noch im Wochenbett vorwiegend würde. Wie wenig diese Vermuthung Bestätigung fand, zeigt Tabelle VI. auf S. 532.

Gleich nach der Geburt wurde die Stellung an 43 Frauen bestimmt und in Tabelle VI. A sind die Stellungen 1) je nach den vom Kopfe besetzten Durchmessern, 2) je nach den Lagen, 3) je nach ihren Summen geordnet.

Für Längsaxendrehungen ist jetzt auffallend die Seltenheit der symmetrischen Stellung und das nahezu gleich häufige Vorkommen beider Drehungen. Unter den Lateroversionen ist Dextroversion bei Weitem die häufigste und ist auch am häufigsten mit Linksdrehung combinirt.

Also auch gleich nach Beendigung der Geburt sehen wir am Uterus nicht die geringste Tendenz, eine bestimmte Stellung anzunehmen: es geschieht dies ganz regellos, gleichviel welche Kindesstellung stattgefunden, abhängig offenbar von anderen nur zufälligen Momenten. Hauptsächlich wird es hierbei auf die Contractionen der Lig. rot. ankommen, die überhaupt ungleichmässig sein können: ferner auf die Entwickelung dieser Bänder während der Schwangerschaft, die insofern ungleichmässig sein muss, da ja bei der so häufigen Dextroversion und namentlich bei der Verbindung derselben mit Linksdrehung das linke runde Mutterband stärker gedehnt, also auch vorwiegend verlängert werden muss. Weiterhin wäre die Möglichkeit nicht auszuschliessen, dass auch die Wirkung der in den seitlich zur Beckenwand laufenden Bändern befindlichen Muskelfasern zur Geltung kommt: endlich dürfen wir die Lage des S romanum nicht vergessen, welches

seinen Einfluss jetzt bei entleertem Uterus, also bei geringerer Grösse des Angriffspunctes, jedenfalls mehr wird hervortreten lassen können, wie während der Gravidität.

Während des Wochenbettes wurden an 52 gesunden Frauen 248 Beobachtungen gesammelt, und zwar meist während der ersten 5—8 Tage. — Auch hier war sehr häufiger Wechsel der Stellung vorhanden, selbst im Laufe eines Tages. Constante Stellung fand sich nur bei neun Frauen, und zwar Linksdrehung bei fünf, Rechtsdrehung bei vier, symmetrische Stellung nie. — Der beobachtete Stellungswechsel fand meistens zwischen Rechts- und Linksdrehung statt: die Durchgangsstellungen entzogen sich somit sehr häufig der Beobachtung. — Tabelle VI. B ergiebt die Stellungsverhältnisse sowohl nach den Schädellagen, wie nach den vom Kopfe besetzten Durchmessern geordnet. — Man ersieht, dass keinerlei Beziehung zu den unter der Geburt bestandenen Kindeslagen besteht. — Dass auch hier die Action der Lig. rot. von wesentlichem Belang ist, erhellt einfach aus dem häufigen Zusammenfallen einerseits der Dextroversion mit Linkswendung in 60 % und anderseits der entgegengesetzten Stellungen in 63 %. Weiterhin ist nur daran zu erinnern, dass es bisweilen gelingt, durch Anregung kräftiger Contractionen die gleichzeitige Zugwirkung beider Lig. rot. zu veranlassen und darin zu finden, dass der so eben noch gerade Uterus nun plötzlich stark antevertirt oder -flectirt erscheint.

Resultate.

1) Weder Torsionen noch Versionen des Uterus haben während der Schwangerschaft einen entscheidenden Einfluss auf die Kindesstellung.

2) Torsionen und Versionen zeigen jede für sich in Bezug auf ihre Frequenz ein ziemlich constantes Verhältniss, das seine Ursache hauptsächlich in der Lage der Därme findet.

3) Weder gleich nach der Geburt, noch auch während des Wochenbettes zeigt die Uterusstellung irgend eine Beziehung zu derjenigen Kindesstellung, aus welcher die Geburt stattgehabt.

Die Zotten des menschlichen Amnios.

Von

Dr. N. F. Winkler,

Assistenzarzt im Gebärhause zu Jena.

Die Amnioszotten (Carunkeln, Placques) der Wiederkäuer werden schon von älteren Autoren erwähnt. Nähere, namentlich histologische Beschreibungen besitzen wir erst durch Cl. Bernard [1]), und besonders durch Dreier [2]), Spiegelberg [3]) und F. Birnbaum [4]). — Am menschlichen Amnios wurden diese Zotten überhaupt zuerst von H. Müller [5]) gesehen, dann auch von Kehrer [6]) in zwei Fällen, von Dohrn [7]) angeblich bisweilen gefunden. Doch fehlt jede nähere Untersuchung dieser Zotten. Ich habe diese Epithelwucherungen in den letzten 200 mir zu Gesicht gekommenen Nachgeburten niemals vermisst und glaube somit dieselben für durchaus constante Gebilde ansprechen zu dürfen. — Ihr Fundort ist die Amniosfalte, auf welcher sie einen meist zungenförmigen Raum bedecken, hart an der Nabelschnurinsertion einsetzend. Gleichviel wie die Insertion stattfindet, ob centrisch, excentrisch, marginal oder velamentär, stets finden sich die Wucherungen vor: auch liess sich weder die Länge des Ductus omphalo-mesaraicus, noch dessen Anheftung, noch die verschiedene Entwickelung der Amniosfalte selbst in irgend eine zweifellose und constante Beziehung zur Entwickelung dieser Gebilde setzen. — Indessen fand ich sie fast immer sehr

---

1) Sur une nouv. fonct. de plac. Journ. d. l. Physiol. p. Brown-Séquard. II. 1859.

2) Ueber das Amnios der Kuh. Diss. Würzburg 1857.

3) Mon. f. Geb. Bd. 23. pg. 226.

4) Bau der Eihaute. Berlin 1863.

5) Bau der Molen. Habilitationsschrift. Würzburg 1847.

6) Mon. f. Geb. 24. pg. 451.

7) Mon. f. Geb. 26. pg. 120.

zahlreich bei stark entwickelter Amniosfalte. Auffallend ist auch der Umstand, dass die Granula meist am grössten in der unmittelbaren Nähe des Ductus selbst sind und desto kleiner werden, je mehr sie seitlich von letzterem sich entfernen. — Ist ferner, wie es zuweilen geschieht, der von den Granulis bedeckte Raum länger als die Amniosfalte selbst, so folgt das Ende stets genau dem Verlauf des Ductus, diesen unmittelbar einschliessend. — Die eben erwähnten Momente scheinen auf eine gewisse Beziehung zwischen Ductus, Falte und diesen Epithelwucherungen hinzuweisen.

In Bezug auf das makroskopische Verhalten habe ich zu den ausführlichen Angaben von Birnbaum, Kehrer u. A. in der That nichts hinzuzufügen. Ich habe diese Wucherungen zumeist in Form von Granulis, häufig fleckförmig, bisweilen auch den Papillae circumvallatae gleichend, gesehen: immer war die Oberfläche matt, glanzlos und erschien bei grösseren Carunkeln stark gerillt. Ein so vorwiegend entwickelter Längendurchmesser, dass die Carunkeln schon makroskopisch Papillengestalt gehabt hätten, ist mir nicht vorgekommen. — Die Grösse der Wucherungen anlangend, fand ich sie meist stecknadelknopfgross und darunter: die grössten — bis Linsengrösse — fand ich in einem Präparat der hiesigen Sammlung im Entbindungshause.

Die grösseren Carunkeln sind bei jeder Beleuchtung sofort kenntlich: die kleineren stechen durch ihr mattes Aussehen gegen das hellglänzende Amniosepithel namentlich dann gut ab, wenn man z. B. mit trockener Hand die wenn auch dünne Schicht von Flüssigkeit möglichst hinwegstreift und die Fläche alsdann bei schief auffallendem, wo möglich bei Tageslicht prüft.

Die Entwickelung der Excrescenzen lässt sich an Querschnitten, besonders der kleineren Carunkeln, gut studiren.

In Bezug auf Entwickelung, Wachsthum und spätere Regeneration gleichen sie durchaus der ausgebildeten Epidermis und namentlich den in ihr so häufigen Schwielen (Callositäten).

Unter dem normalen und zunächst noch völlig normal bleibenden Amniosepithel entsteht eine punctförmige Ansammlung von Cambium, d. i. einem Plasma, in welches reichliche, äusserst kleine Zellen eingelagert sind. In ihnen sieht man einen grossen Kern mit Körperchen: ersterem liegt die Zellenhülle dicht an. Gelingt es, durch Druck auf das Präparat solche Zellen zu isoliren, so bleiben an letzteren stets mehr oder minder grosse, unregelmässige Fetzen des sie umgebenden Plasma's haften. — Allmählich werden die Zellen grösser, die Hülle entfernt sich von dem sich nur wenig mitvergrössernden Kern mehr und mehr, gleichzeitig aber schwindet das intercellulare Plasma und

die Zellen selbst rücken näher aneinander. Indem von unten immer neue Zellen nachrücken, werden die älteren erhoben, aneinander gedrängt und schichtweis aneinander gelagert. — Die Neubildung der Zellen kann man selbst an den grössten Carunkeln noch nachweisen, da sich in der Tiefe des Cambiums unter den kleinsten der Zellen stets mehrere in Theilung begriffene, d. h. zwei Kerne, oder selbst schon biscuitförmige Einschnürung der ganzen Zelle aufweisende Zellen auffinden lassen. — Sehr frühzeitig zeigen die Zellen die Tendenz, sich abzuplatten und parallel zur Fläche in die Länge zu wachsen.

Die ausgebildeten und alsdann sehr grossen Zellen gehen den Process der Verhornung ein und stets lagert auf dem Cambium eine mehr oder minder dicke Lage solcher verhornten Schuppen, die exquisit geschichtet, sehr leicht in der Richtung der Schichten dehisciren und dann leicht in Querschnitten die Lage als aus Fasern zusammengesetzt vortäuschen können.

Der Kern dieser Epithelien wird mehr und mehr verwischt, in den obersten Lagen grösserer Carunkeln ist er ohne Reagentien meist gar nicht zu sehen. — Der Inhalt zeigt meist nur Spuren von Körnchen.

Essigsäure hellt diese Schuppen etwas auf und lässt die Kerne mehr hervortreten.

Iod färbt das Cambium intensiver als das übrige normale Amniosepithel: die verhornten Lagen färben sich etwas langsamer. Nach längerem Liegen in Iod-Essigsäure-Glycerin zeigt sich der sonst hellglänzende Kern schwach contourirt und mattblau gefärbt.

Kali (15%) bringt diese verhornten Zellen zum Aufquellen; der Kern wird sehr bald unsichtbar, während die Zellen selbst allmählig zu grossen kugelrunden Blasen anschwellen und sich nach längerer Einwirkung schliesslich auflösen.

Schwefelsäure wirkt auf die anscheinend nicht hochgradig verhornten Schuppen sehr schnell: auch hier blähen sich die Zellen auf, werden aber sehr zeitig zerstört.

Blaue Anilintinctur färbt das Cambium energisch, langsamer und schwächer die verhornten Theile, ist aber wenig haltbar in Glycerinpräparaten.

Carmin färbt vorzüglich: doch werden die Cambiumzellen, — will man warten bis auch die verhornten Schuppen gut tingirt sind — meist zu dunkel, als dass sie noch deutliche Bilder gäben.

Durch die allmählig nun mehr und mehr sich erhebenden Schwielen wird das normale Amniosepithel von seiner Basis abgehoben und natürlich in seiner Ernährung und Regeneration gestört. Diese Decke

unterliegt nunmehr dem macerirenden Einflusse des Amnionwassers, fällt schliesslich ab, und zwar zuerst gewöhnlich am Gipfel der Neubildung. Die nunmehr blossliegenden Hornschüppchen werden gleichfalls macerirt, quellen wieder etwas auf und fallen gleichfalls aus. — Hierdurch werden die Rillen auf der Oberfläche, die verschiedenen kraterförmigen Aushöhlungen bedingt.

Indem das durch diese Excrescenzen abgehobene Amniosepithel auf eine grössere Oberfläche vertheilt wird, lässt sich denken, dass auch die Epithelzellen in der Umgebung solcher Schwielen eine Zerrung erfahren, und vielleicht ist dies die Ursache der so häufig beobachteten radiären Anordnung dieser Zellen. Indessen findet man selten die Zellen im ganzen Umfange solcher Schwielen radiär zu den letzteren gestellt, meistens nur stellenweis; häufig genug aber findet man die durchaus normalen Zellen bis hart an die Basis der Neubildung sich erstrecken.

Die weiteren Wachsthumsverhältnisse der Schwielen bedingen die morphologischen Unterschiede, wie sie sich unter dem Mikroskop ergeben. — Ein vorwiegendes Längswachsthum bedingt die sogenannte Papillengestalt, aber gleichfalls mit deutlicher Schichtung. Am häufigsten beobachtet man eine concentrische Verbreiterung der Basis, die zur Kegelgestalt führt, oder die Basis dehnt sich radiär aus, so dass die Schwiele gleichsam kriechende Wurzeln treibt, oder sie breitet sich mehr unregelmässig aus, was dann zur Bildung von Placques führt. — Seitliche Wurzeln treibende Excrescenzen weisen übrigens verschiedene Bilder auf. Meistens findet man die gewöhnlichen Amniosepithelien in der Richtung dieser Wurzeln, deren Zahl beiläufig zwischen 2—7 schwanken kann, weithin längsgestreckt und diesen Wurzeln zueilend. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Wurzeln sind von Epithel meist entblösst, wahrscheinlich auch wieder durch Maceration, so dass das Bindegewebe des Amnios ziemlich bloss liegt, sehr häufig aber findet man sie ausgekleidet von durchaus normalem Amniosepithel, das alsdann bis hart an die eigentliche Basis der Schwiele reicht.

Diese Anhäufungen verhornender Epithelzellen sind am besten als Schwielen zu bezeichnen, da sie morphologisch den entsprechenden Wucherungen der Cutis durchaus analog sind: vielleicht stehen sie in der That in einer Beziehung zur Bildung des Hautnabels.

Vom Stratum des Amnios lassen sich die Schwielen leicht abstreifen und dies wird erklärlich, wenn man bedenkt, erstens, dass sich an ihrer Basis stets junge, noch saftige Zellen befinden und dass zweitens sich das Stratum an diesen Wucherungen so gut wie gar nicht bethei-

ligt. Selbst die von Birnbaum[1]) bei seinen Untersuchungen beobachtete Verdickung des Stratum unterhalb der Schwielen trifft hier nicht zu: findet sich eine solche Verdickung vor, so ist sie nur eine scheinbare, weil sie nur an den Stellen vorkommt, wo das Stratum überhaupt dicker ist, nämlich in der Amniosfalte selbst und besonders in der nächsten Umgebung des Nabelstranges, uud auch hier ist das Stratum unter den Schwielen gegenüber dem ihrer nächsten Nachbarschaft nicht verdickt. Auch die obere Grenze des Stratum unterhalb der Schwielen verläuft genau in einer Flucht mit der benachbarten Grenze. — Dagegen fand ich auch hier, ebenso wie Birnbaum[2]), eine eigenthümliche kreisförmige Anordnung der Bindegewebskörperchen am Stratum um die Schwielen, ja sogar mit radiärer Aussendung von wohlgeordneten Zügen eben solcher Körperchen zu anderen Schwielen, falls solche in der nächsten Nähe sich vorfanden. Doch erhielt ich diese Bilder nicht immer: vielleicht ebenso häufig sah ich die Körperchen unterhalb der Schwielen mit ihrer gewöhnlichen Regellosigkeit oder wenigstens mit unveränderter Richtung hinweg- und vorbeiziehen.

Dass diese Schwielen etwa zu einer Glycogenbildung im Sinne von Cl. Bernard in keiner Beziehung stehen können, dürfte aus dem Nachweis ihrer Verhornung zur Genüge hervorgehen. — Wenn aber Dreier und Spiegelberg zur Deutung der späteren Schicksale solcher Schwielen hervorheben, dass letztere abgestossen und vom Fötus verschluckt werden, so kann ich dem gegenüber nur versichern, dass das völlige Abfallen der Schwielen durchaus nicht die Norm ist: nur in wenigen Fällen fand ich die Stellen, wo Schwielen gesessen hatten, bis auf das bindegewebige Stratum entblösst.

Eine goldgelbe Tinction mit Gallenpigment fand ich selten, selbst nicht constant in den Fällen, wo die normalen Amniosepithelien Gallenpigment in Körnchen oder diffus enthielten.

Wie Spiegelberg mit Recht hervorhebt, finden sich bei Dreier die eingehendsten und, wie mir scheint, die richtigsten Angaben über die Zotten am Amnios der Kuh. Da mir seine Arbeit erst ganz neuerdings zu Augen kam, so war ich überrascht durch die auffallende Uebereinstimmung in unseren beiderseitigen Befunden. Auch er hebt die Schichtung, die Verhornung und somit die Aehnlichkeit mit der Cutisbildung hervor. — Ferner sind seine Angaben über die erste Entwickelung leichter mit den meinigen in Einklang zu bringen, als die Birnbaum's. Letzterer lässt die Epithelhaufen durch Kernwucherung des

1) l. c. Taf. II. Fig. 9.

2) l. c. Taf. II. Fig. 11 und 12.

normalen Epithels entstehen: dass aber diese Angabe falsch ist, geht aus dem Nachweis der zeitweiligen Persistenz des durch die Schwielen abgehobenen und letztere als Decke überziehenden normalen Amniosepithels zur Genüge hervor.

Um zu bestimmen, in welche Periode der Gestation die erste Entwickelung dieser Schwielen fällt, habe ich das in der Sammlung hiesigen Gebärhauses vorhandene Material durchgesehen und gefunden, dass sich Schwielen rückwärts bis etwa zur zwölften Woche überall ohne Ausnahme schon mit blossem Auge erkennen liessen, und zwar erschienen sie, je weiter die Schwangerschaft vorgerückt war, desto grösser. Von noch jüngeren als 12wöchentlichen Embryonen besitzt hiesige Sammlung nur ein Präparat, und zwar eines etwa 6—7wöchentlichen Embryo. Mit blossem Auge konnte ich hier allerdings keine Schwielen erkennen: eine mikroskopische Untersuchung wurde unterlassen, weil sie zu einer theilweisen Zerstörung des Präparates geführt hätte und weil es ausserdem fraglich war, ob hier überhaupt ein entscheidendes Resultat erzielt worden wäre, da die Cutis, für deren Rudimente ich die Schwielen anzusehen geneigt bin, um diese Zeit sich noch in einem wenig entwickelten Zustande befindet.

Dass die vorhin behauptete Grössenzunahme der Schwielen mit vorrückender Gravidität nicht nur eine scheinbare ist, dürfte auch daraus hervorgehen, dass man selbst am reifen Ei mit Leichtigkeit in der Tiefe des Cambium sich noch lebhaft theilende Zellen nachweisen kann. — Ja es dürfte nicht unwahrscheinlich sein, dass in späteren Zeiten der Schwangerschaft sich sogar noch ganz neue Schwielen bilden, wenn man bedenkt, dass sich mit seltenen Ausnahmen neben grösseren, offenbar älteren Schwielen noch ganz kleine, wie jüngst erst entstandene nachweisen lassen. Letztere finden sich zumeist an der Peripherie der Schwielenhaufen, erstere mehr in der Mitte.

Diese Schwielen sind also als constante Gebilde nachgewiesen bis jetzt bei Wiederkäuern und beim Menschen. Ihr constantes Vorkommen nimmt ihnen jeden pathologischen Charakter. Ihre physiologische Bedeutung dürfte mit der Entwickelung des Hautnabels zusammenhängen. Die ihnen früher von Cl. Bernard beigelegte Vertretung der Leberfunction während der ersten Hälfte der Schwangerschaft ist schon im morphologischen Sinne als abgethan anzusehen. Dagegen spricht die Verhornung der Zellen, dagegen auch das fortschreitende Wachsthum der Schwielen bis zum Ende der Schwangerschaft. — Beruht aber, wie ich vermuthe, die Schwielenbildung einfach auf Entwickelungsvorgängen, so lässt sich ihre Anwesenheit auch bei anderen Thieren erwarten.

Die Placentarrespiration des Foetus.

Von

B. S. Schultze.

Für die möglichst allgemeine Anerkennung irgend einer Wahrheit ist es ein grosser Gewinn, wenn der Beweis derselben auf verschiedene Methoden gleichzeitig und aus verschiedenem Material geführt werden kann. Denn nicht jede Beweismethode hat gleich zwingende Kraft und nicht jede Organisation ist gleichen Beweisen gleich zugänglich.

Neuerhobene Zweifel an der Beweiskraft der früher beigebrachten Gründe waren meistens das Hauptmotiv, welches die Forscher veranlasste, für das bereits Bewiesene neue Beweismittel ausfindig zu machen. Die Geschichte unserer Kenntniss von der Placentarrespiration des Foetus giebt das interessante Bild eines bei wechselnd erfolgreicher Opposition durch mehrere Jahrhunderte geführten Streites, dessen Resultat es war, dass die Beweise für die Placentarrespiration des Foetus sich erfreulich gehäuft haben.

Wir können wohl staunen, aber wir haben es nicht zu beklagen, dass es noch heute Zweifler an der Placentarrespiration giebt, denn wir sehen auch heute noch die Beweise für dieselbe eben dadurch sich mehren. Zuerst wieder seit mehreren Decennien tritt ein Physiolog von Fach für die Placentarrespiration in die Schranken. Pflüger führt uns in seinem Aufsatz »Ueber die Ursache der Athembewegungen, sowie der Dyspnoe und Apnoe«[1] ein neues Motiv für die Placentarathmung des Foetus vor, oder vielmehr er beweist, dass eine früher schon, namentlich von Schwartz[2], als Beleg für die Placentarathmung des Foetus angeführte Thatsache wirklich als Beweis derselben zu gelten im Stande

1) Archiv f. d. gesammte Physiologie des Menschen und der Thiere. Herausgegeben von Dr. E. F. W. Pflüger. I. I. Bonn 1868. Seite 61.

2) Die vorzeitigen Athembewegungen von Dr. Hermann Schwartz. Leipzig 1858.

sei. Freilich giebt er nicht, ohne zuvor viel zu nehmen, er erklärt alle bisher von anderen Autoren beigebrachten Beweise der Respiration des Foetus für nichtig.

Dem Geburtshelfer wird man es zu gute halten, dass er die Beweismittel für eine Sache von so wichtigen praktischen Consequenzen ungern schmälern sieht; und da ich fürchte, dass der Pflüger'sche Beweis, auf den ich unten zurückkomme, wenn er der erste und bis dahin einzige sein sollte, unter den Collegen sehr viele Zweifler übrig lassen würde, so will ich im Interesse der allgemeinen Anerkennung der Placentarrespiration versuchen, aus den bereits früher für dieselbe vorgebrachten Beweisen diejenigen hervorzuheben, welche auf Geltung auch heute noch Anspruch haben.

Es ist natürlich, dass für eine Sache, welche seit Hippokrates Vielen sehr wahrscheinlich vorkommen musste, eine Menge Motive ins Feld geführt worden sind, welche vorübergehend gültigen Standpuncten entnommen, dauernd als Beweise nicht gelten konnten. Namentlich was von teleologischer Anschauung aus für die Existenz einer Placentarathmung des Foetus plaidirt wurde, konnte die Erkenntniss des wirklichen Sachverhaltes überall nur verzögern und ich brauche mir nicht Dispens zu erbitten, wenn ich diese Beweisversuche unerwähnt lasse. Manche andern Beweisversuche, von logisch richtiger Voraussetzung ausgehend, blieben thatsächlichen Schwierigkeiten gegenüber insufficient. Als einen für sich genügenden Beweis der Placentarrespiration will ich auch die pathologisch und therapeutisch höchst wichtige Thatsache nicht anführen, dass derjenige Foetus, welcher in der Geburt eine plötzlich einsetzende dauernde Unterbrechung der Placentarcirculation erleidet, schnell stirbt, dass seine Section ganz ähnliche Befunde ergiebt, wie die des nach der Geburt durch Verschluss der Luftwege Getödteten, dass, wenn der Process vor vollendetem Sterben durch die Geburt unterbrochen wird, wir am Gebornen Symptome beobachten, welche frappante Aehnlichkeit haben mit denen, die der Geborne zeigt, wenn ihm die Sauerstoffzufuhr durch die Lungen abgeschnitten wurde, die gleichen Mittel, welche den durch Untertauchen im Wasser oder durch Verschluss der Luftwege asphyctisch gewordenen wieder beleben, auch den mit unterbrochner Placentarfunction asphyctisch Gebornen wieder zu beleben im Stande sind; ich will diese Thatsachen hier als Beweise der Placentarathmung desshalb nicht anführen, weil ich weiss, dass die gleichen Symptomencomplexe und die gleichen Sectionsbefunde nicht jedes Mal und nicht mit Nothwendigkeit auf gleiche Ursachen und gleiche Processe bezogen werden müssen und weil am wenigsten ich dem Physiologen zumuthe, aus einer für uns Praktiker noch so wich-

tigen Analogie der Krankheitssymptome, der Sectionsbefunde und der therapeutischen Erfolge bindende Schlüsse da zu ziehen, wo etwa nach den Resultaten seiner Forschung begründete Zweifel bestehen. Aber ich glaube es lagen für die Placentarrespiration des Foetus auch solche Beweise bereits vor, die der Physiolog anerkennen darf.

Bei allen Thieren, welche man darauf beobachtet hat, hat man wahrgenommen, dass dieselben den atmosphärischen Sauerstoff aus dem sie umgebenden Medium sich aneignen, ihn in ihrem Körper verbrauchen, und dass dieser Sauerstoffverbrauch für sie so unerlässlich ist, dass sie ohne Sauerstoff ihr Leben fortzusetzen nicht im Stande sind. Man schloss daraus, dass auch die Embryonen, deren Lebenserscheinungen in vielen Beziehungen gleichartig denen der gebornen Thiere sind, ohne Sauerstoffzufuhr nicht leben könnten. Für diejenigen Embryonen, welche unter Bedingungen sich entwickeln, welche sie dem Experiment zugänglicher machen, für die Embryonen der Eier legenden Thiere führte man direct den Nachweis, dass sie unter stetem Verbrauch des atmosphärischen Sauerstoffs sich entwickeln, dass sie bei Abschluss der Sauerstoffzufuhr zu Grunde gehen. Man schloss daraus, dass auch der Säugethierfoetus, dessen Lebensvorgänge jedenfalls nicht einfacher und dessen Entwicklungsbedingungen also auch wohl nicht einfacher als die der Vogelembryonen oder der Insectenembryonen sein können, ebenfalls nur unter fortwährender Sauerstoffzufuhr sich entwickele; man glaubte das um so sicherer schliessen zu dürfen, weil dasjenige Organ, welches nach seinem Bau allein geeignet ist, eine dauernde Sauerstoffzufuhr zum Säugethierfoetus zu unterhalten, die Placenta nebst Nabelschnur, morphologisch identisch ist mit demjenigen Organ, durch welches die Vogelembryonen ihren Sauerstoff factisch beziehen, mit der Allantois.

Das ist der eine Beweis dafür, dass der Foetus Sauerstoff verbraucht und ihn zuvor aufnimmt, dass also das, was wir im gesammten Thierreich Athmung nennen, in ihm stattfindet.

Einen zweiten Beweis für den Verbrauch freien Sauerstoffs im Foetalkörper fand man darin, dass eine Anzahl Functionen, welche im lebenden Körper des Gebornen nie anders als mit messbarem Verbrauch des frei im Blute vorhandenen Sauerstoffs vor sich gehen, in gleicher Weise, wenn auch nicht in gleichem Umfang im Körper des Foetus stattfinden. Namentlich die Muskelaction war es, von der man diesen Beweis entnahm. Ich zeigte in einem der früheren Hefte dieser Zeitschrift, dass schon Mayow diesen Beweis für die Athmung des Foetus angezogen hat. Ich will diesem Beweis an dieser Stelle ein besonderes Gewicht desshalb nicht beilegen, weil gerade ihm ausdrücklich

in der angeführten Arbeit Pflüger's die Beweiskraft abgesprochen wird, und weil ich nicht mich, sondern nur die Physiologen von Fach für berufen halten kann, nachzuweisen, ob eine andauernde Muskelleistung, wie sie z. B. das Herz des Foetus zeigt, ohne andauernden Sauerstoffverbrauch möglich sei oder nicht.

Der dritte Beweis der Placentarathmung des Foetus ist ein experimenteller, eng zusammenhängend mit jenen oben angeführten pathologischen Thatsachen. Die Experimente sind die, dass erstens der Foetus, welcher normal während seiner ganzen Foetalexistenz Athembewegungen nicht macht, sofort eine Inspiration macht, sobald seine Placentarcirculation unterbrochen wird, zweitens dass der im Foetus normale Zustand der Apnoe beim Gebornen dadurch hergestellt wird, dass wir sein Athembedürfniss auf anderem Wege als dem der Athembewegung befriedigen.

Das letztere Experiment ist von Mayow angestellt, und, da er den Sauerstoff und seine Bedeutung für den thierischen Organismus kannte, für die Placentarathmung des Foetus richtig verwerthet worden. Ich verweise in Betreff dessen auf die Seite 142 ff. dieses Jahrganges enthaltenen Citate aus Mayow. Die ersteren Experimente wurden bereits angestellt, bevor ihre Deutung möglich war und sind später oft wiederholt worden. Vesal, der das Experiment zuerst und vorzüglich beschrieben hat, verdient seine bleibende Stelle angewiesen zu erhalten unter denjenigen, welche die Beweismittel für die Placentarrespiration des Foetus beigebracht haben. Im letzten Capitel seiner De humani corporis fabrica libri septem [1]) sagt er: Verum in Foetuum viva administratione jucundum est spectare, qualiter, simulatque foetus aërem ambientem contingit, respirare nititur. Atque haec sectio opportune in cane aut sue obitur, quum non multo post sus est paritura. Si enim ipsius abdomen ad peritonaei usque cavitatem diviseris atque dein uterum quoque in unius foetus sede aperueris, ac secundina ab utero liberata foetum mensae imposueris, cernes per pellucidas membraneasque ipsius tunicas, qualiter frustra respirare conatur, et veluti suffocatus moritur, si vero ipsius involucra pertuderis, foetusque caput illis liberaveris, mox illum veluti reviviscere, et eleganter respirare cernes. Atque quum id in uno foetu indagaveris, alium aggredieris: quem ab utero non liberabis, verum apertum uterum ita inflectes: et inferius illic aperies, ubi foetus secundinum desinere, aut secundinae inferiorem partem haberi arbitraberis, quo scilicet ea uteri pars integra servetur, quae secundinae obnascitur per reliquam vero sedem foetus detectus

1) Andreae Vesalii de humani corporis fabrica libri septem Basileae 1542. p. 660

sit. ita enim spectabis arteriarum uteri et dein secundinae pulsum: et foetu adhuc in suis membranis veluti sursum protruso, cernes umbilicum petentium arteriarum motum, et foetum nondum respirare, neque etiam ad respirationem conari. mox vero atque membranas pertundes, foetus respirabit, et umbilici arteriarum pulsus intercidet, pulsantibus interim adhuc uteri arteriis.

Bald mit grösserer bald mit geringerer experimenteller Schärfe wurde die Beobachtung Vesal's wiederholt von Plater,[1]) Haller,[2]) Winslow,[3]) Scheel,[4]) Beclard,[5]) Mayer,[6]) Volkmann,[7]) namentlich von Schwartz,[8]) und jetzt von Pflüger.[9])

Die genannten Experimente beweisen, und dafür fallen gleichzeitig jene oben genannten pathologischen Thatsachen schwer ins Gewicht, dass der normale Placentarverkehr denjenigen Reiz vom Foetus fern hält, welcher, sobald er durch Unterbrechung des Placentarverkehrs zur Wirkung kommt, Inspirationsbewegung veranlasst. Das Mayow'sche Experiment und die Apnoe des Gebornen überhaupt blieben durch mehr als anderthalb Jahrhunderte wieder unbekannt. Aber trotz dieser Unbekanntschaft war der experimentelle Beweis der Placentarrespiration des Foetus in seiner Vollständigkeit wieder hergestellt, nachdem Legallois[10]) das Athemcentrum im verlängerten Mark und Volkmann[11]) den Athemreiz in der Venosität des Blutes aufgefunden hatten. Es konnte fortan kein Zweifel daran mehr begründet werden, dass lediglich ein in der Placenta stattfindender Gasaustausch, analog dem in der Lunge des Gebornen vermittelten, es sei, welcher vom Foetus den Reiz zur Inspiration fern hält; dass mit anderen Worten der Foetus normal desshalb nicht Athem-

1) Felix Platerus, De origine partium earumque in utero conformatione Leidae 1641. In der Ausgabe von 1690 Francofurti et Lipsiae pag. 301.

2) Haller, Mémoire sur la respiration. Lausanne 1758. Opera minora 1763. Tom. I. pars 1. pag. 320.

3 u. 4) Paul Scheel, Diss. inaug. physiol. de liquore amnii asperae arteriae foetuum humanorum. Hafniae 1798.

5) Bulletins de la Faculté de medecine de Paris. Tome III. Paris 1814.

6) Salzburger mediz. Zeitung 1817 und Hufeland's und Osann's Journal der pract. Heilkunde 1824. III. Stück Seite 97.

7) A. W. Volkmann, Ueber die Bewegungen des Athmens und Schluckens etc. in Müller's Archiv 1841, Seite 332.

8) Schwartz a. a. O. Seite 80.

9) W. Pflüger a. a. O. Seite 81.

10) Legallois, Experiences sur la principe de la vie. Paris 1812 und Bulletins de la Faculté de medecine de Paris bis 1814.

11) In dem citirten Artikel.

bewegungen macht, weil sein Blut vermöge ungestörter Placentarfunction nie in dem Grade venös wird, um das Athemcentrum in der Medulla zu erregen.

Diese angeführten Beweise für die Existenz der Placentarrespiration des Foetus liegen seit geraumer Zeit vor. Es wurde oben gesagt, dass manche auf logisch richtiger Voraussetzung unternommene Beweise an thatsächlichen Schwierigkeiten scheiterten. Zu diesen Beweisversuchen gehört der, Mischungsdifferenzen, speciell Farbendifferenzen, welche auf verschiedene Mischung würden schliessen lassen, zwischen dem Blut der Nabelvene und dem der Nabelarterien nachzuweisen. Schwartz hat neben vielen anderen Verdiensten um die Kenntniss der Placentarrespiration sich auch das erworben, dass er nachwies, weshalb die Bemühungen, Farbendifferenzen zwischen dem Blut der Nabelvenen und dem der Nabelarterien des Säugethierfoetus nachzuweisen, zu einem Resultate nicht führen konnten. Der Grund ist der, dass sowohl nach vollendeter Geburt als auch bei Vivisectionen uns das Foetalblut nicht zu Gesicht kommt vor ganz oder fast erloschener Placentarfunction, dass wir es in beiden Fällen nur noch mit wenig differenten Nuancen von Erstickungsblut zu thun haben. Durch diese Erkenntniss der Ursache, wesshalb der Farbenunterschied zwischen Nabelvenen- und Arterienblut uns, wenn er existirt, nicht zu Gesicht gebracht werden konnte, verliert natürlich eben diese Thatsache allen Werth als Gegenbeweis der Placentarrespiration.

Pflüger stellt nun den Satz auf (Seite 62), dass für die Beurtheilung der Frage, ob dem Foetus überhaupt eine Respiration zukomme, obenan die von einer grossen Zahl ausgezeichneter Beobachter bezeugte Thatsache stehe, dass bei der Betrachtung des Nabelstranges eines Foetus im Fruchtwasser, der noch in vollkommenster Placentarverbindung mit dem lebendigen mütterlichen Organismus steht, das Blut der Nabelarterien dieselbe Farbe besitze, wie das der Nabelvene.

Pflüger widerlegt dann einige Gründe, welche Schwartz als Belege für die Annahme, dass Oxydationsprocesse im Foetus stattfinden, angeführt hat, Belege, welche in die oben angeführte zweite Gruppe der Beweise fallen würden, und sagt auf Seite 64: »Da andere Gründe »nicht bekannt sind, so giebt es eben keinen Beweis für »die allgemein behauptete Respiration des Foetus.«

Weiter unten citirt dann Pflüger die Stelle von Schwartz, wo derselbe sagt, dass und warum wir normales Fötalblut nie zu Gesicht be-

kommen, dass das Blut der Arterien wie der Vene des Nabelstranges am Gebornen vor eingetretener Luftathmung immer eine gleichmässige dem Venenblute Erwachsener ähnliche Farbe habe, dass dagegen das Blut aus dem Nabelstrang scheintodt oder sterbend geborner oder während der Geburt bereits abgestorbener Früchte stets entsprechend dem Grade der erlittenen Beeinträchtigung des Athemprocesses dunkler sei.

Ueber das Blut des Nabelstranges, überhaupt über das Blut des Foetus, hat Pflüger Untersuchungen nicht gemacht, aber er demonstrirt aus den von Schwartz beobachteten Farbendifferenzen, dass das Blut des normal gebornen Kindes Sauerstoff enthalte und dass dieser Sauerstoffgehalt unter den angeführten pathologischen Verhältnissen vermindert sei. Er demonstrirt das auf Grund zahlreicher Gasanalysen verschieden behandelten Blutes geborner Thiere, deren gewiss in vielen Beziehungen weittragende Resultate kurz folgende sind.

Bei normaler Respiration ist das Arterienblut mit Sauerstoff fast gesättigt. Die Absorptionsfähigkeit für Sauerstoff steigt und fällt mit dem specifischen Gewicht. Die Schwankungen des specifischen Gewichts sind wesentlich abhängig von dem Gehalt an Blutkörperchen und gehen parallel mit dem Hämoglobingehalt des Blutes. In Betreff der Farbe stellte Pflüger fest, dass während arterielles Blut von hohem specifischem Gewicht und hohem Sauerstoffgehalt dunkel aussieht, Blut von geringem specifischem Gewicht ganz hellkirschroth erscheint und doch arm an Sauerstoff ist; ferner dass die grössere oder geringere Helligkeit der Blutröthe im lebenden Körper niemals durch die Kohlensäure sondern ausschliesslich durch den Sauerstoffgehalt bedingt; ist und der bekannten Thatsache, dass in einem gegebenen arteriellen Blute die Helligkeit der rothen Farbe wesentlich von der Menge des Sauerstoffs abhängig ist, fügte er die hinzu, dass solches Blut, welches bei auffallendem Lichte und in dicker Schicht betrachtet noch einen deutlichen Stich ins Rothe oder Braunrothe zeigt, sauerstoffhaltig ist.

Nach diesen Mittheilungen, die ich natürlich nur ganz auszugsweise wiedergegeben habe, fährt Pflüger fort (Seite 80): »Wir sind jetzt vor»bereitet zur Beurtheilung der Frage, ob dem Embryo eine Respiration »zukommt. Aus den von Schwartz oben angeführten Versuchen ergiebt »sich, dass das Blut in den Gefässen des Nabelstranges braunroth, wie das »der Venen des Erwachsenen aussieht. Dieses Blut muss folglich Sauer»stoff enthalten, wenn seine Menge auch gering ist. Ein hoher Sauer»stoffgehalt und sehr dunkles Blut ist bei erhaltenen Blutkörpern nur »dann zu beobachten, wenn man das Serum durch Absetzenlassen »möglichst entfernt hat. Da nun das Blut von Embryonen ein niederes »specifisches Gewicht hat, also wohl arm an Blutkörpern ist, so deutet

»die Dunkelheit des Blutes auf Sauerstoffarmuth. Da ferner bei der »Unterbrechung des Placentarverkehrs zwischen kindlichem und mütter- »lichem Organismus das Fötalblut schwarz wie Erstickungsblut wird, »so hat das letztere seinen Sauerstoff verloren und die schwarze Farbe »ist also nicht, wie Schwartz glaubt, durch die Kohlensäure bedingt. »Es ist ferner hierdurch dargethan, dass der Embryo bei seinem Stoff- »wechsel Sauerstoff verbraucht, und dass ihm also in der That eine »Respiration zukommt. Der strenge Beweis war aber bis dahin nicht »geliefert worden, und obige Thatsachen bieten den alleinigen bis jetzt »bekannten sichern Anhalt. Wenn demgemäss das Blut der Nabel- »arterien und Nabelvene keinen bemerkbaren Farbenunterschied dar- »bietet, worin die besten Beobachter übereinstimmen, so wird dies »darum vollkommen erklärlich sein, weil ich bewiesen habe, dass der »Sauerstoffverbrauch des Embryo verschwindend klein sein muss gegen »den des Erwachsenen.«

Wollen und können wir einmal absehen von den oben unter 1., 2., 3. registrirten Beweisen der Placentarrespiration, so sind wir in Betreff der letzteren folgendermassen zu schliessen berechtigt: Das Blut des Gebornen wird in den Lungen durch die Athmung arteriell. Das Arteriellwerden des Blutes besteht wesentlich darin, dass es Kohlensäure abgiebt, Sauerstoff aufnimmt und seine dunkle Farbe in hellrothe umwandelt. Wenn wir den Gaswechsel in den Lungen beschränken oder aufheben, wird das Blut reich an Kohlensäure, arm an Sauerstoff, es wird in den Lungen nicht mehr hell, sondern im ganzen Körper immer dunkler bis schwarz. Steigend mit diesen Veränderungen des Blutes verfällt das Thier in Symptome, welche wir Erstickungssymptome nennen und stirbt einen Tod, dessen Charaktere wir als die des Erstickungstodes bezeichnen. Es ist experimentell (gerade jetzt wieder durch Pflüger) ausser allen Zweifel gesetzt, dass der behinderte Gasaustausch in den Lungen und die dadurch bedingte Verarmung des Blutes an Sauerstoff die alleinige Ursache sowohl der zunehmend dunkleren Färbung des Blutes als auch der gleichzeitig auftretenden und zum Tode führenden Erstickungssymptome des Gebornen sind. Ferner: Wenn dem Foetus der Placentarverkehr zuvor abgeschnitten wurde, so ist sein Blut ebenfalls dunkler und dunkler je nach der Vollständigkeit und Dauer dieser vorausgegangenen Unterbrechung; nach Massgabe der gleichen Bedingung zeigt der Foetus schwerere und schwerere Symptome gleich den Symptomen fortschreitender Erstickung des Gebornen und sein Tod zeigt die Charaktere des Erstickungstodes. Dass das Blut des normalen Foetus etwa in der Nabelvene schön hellroth sei wie das der Lungenvenen des Gebornen, hat Niemand gesehen,

dass es Sauerstoff enthalte, hat Niemand chemisch nachgewiesen, auch dass das dunkle Blut des unter Erstickungserscheinungen zu Grunde gehenden Foetus wenig Sauerstoff und viel Kohlensäure enthält, ganz wie das der erstickenden Thieres, hat, so nahe es läge, Niemand nachzuweisen unternommen. Aber wenn Symptome, wie sie der durch unterbrochne Placentarcirculation beschädigte Foetus und Neugeborne zeigt, nur durch Venöswerden des Blutes, wie beim erstickten Gebornen hervorgerufen werden, wenn Sectionsbefunde, wie sie die meisten Todtgebornen zeigen, nur durch behinderten Athemprocess bewirkt werden können, wenn die Farbe, welche das Blut der normal gebornen Frucht in der Nabelschnur zeigt, nur durch Sauerstoff, wenn das Dunklersein dieses Blutes entsprechend den Graden derjenigen Symptome, welche mit Erstickung so viel Aehnlichkeit haben, nur durch Schwinden dieses Sauerstoffgehaltes zu Stande kommen kann: wenn eine dieser Erklärungen in der That die einzig mögliche ist, so ist ein neuer Beweis für die Placentarrespiration des Foetus, der vierte, dadurch geliefert. Der stricte Beweis, dass eine dieser Erklärungen die einzig mögliche sei, ist von dem Standpunct, der die Beweise 1., 2., 3. ignorirt, nicht geführt und aus den bis dahin vorliegenden Thatsachen für diesen Standpunct nicht zu führen. Hohe Wahrscheinlichkeit für die Richtigkeit jener Erklärungen giebt allerdings auch für diesen Standpunct die Uebereinstimmung eben dieser Erklärungen unter einander sowohl als mit der einzig richtigen Erklärung der offenbar sehr analogen Erscheinungen beim Gebornen. Wer die sub 1., 2., 3. oben angeführten Beweise nicht gelten lässt und wer wie Pflüger (S. 64 seines Aufsatzes) den Satz obenan stellt, dass der Nichtgeborne sich unter total anderen Lebensbedingungen als der Geborne befinde, der wird für den ganzen Complex der Erstickungsphänomene an demjenigen Foetus, dem die Placentarverbindung behindert ist, andere als in Behinderung des Gasaustausches begründete (aber allerdings gänzlich unbekannte) Bedingungen als mögliche Ursachen denken, der wird consequenter Weise auch für Farbendifferenzen des Placentarblutes die Möglichkeit offen lassen müssen, dass andere Mischungsdifferenzen als solche, die den Gasgehalt betreffen, ihnen zum Grunde liegen, namentlich, da es keinem Zweifel unterliegt, dass anderweite Mischungsänderungen des Blutes in der normal fungirenden Placenta stattfinden.

Theils in den Erstickungssymptomen des in seinem Placentarverkehr behinderten Foetus, theils in den Sectionsbefunden unter gleichen Bedingungen abgestorbener Neugeborner sahen den Beweis für die Placentarrespiration von neueren Autoren Volkmann, Cazeaux, Krahmer, Hecker, Schwartz und viele nach ihnen; in der Farbe des Blutes nächst

Schwartz namentlich Pflüger. Dass nur Sauerstoff das Blut des Foetus roth, nur Schwinden desselben das Blut des asphyctischen Foetus dunkel färbe, nahmen Viele nach Analogie mit dem Gebornen bisher an. Auch Pflüger — spricht es zwar nicht direct aus, nimmt es aber offenbar an — und er wird wohl so gut wie die Anderen Recht haben, darum Recht haben, weil eben die Lebensbedingungen des Foetus von denen des Gebornen nicht total verschieden sind, weil speciell seine Placentarrespiration anderweit erwiesen ist.

Der immer von Neuem da und dort auftauchende Zweifel und Widerspruch gegen die Giltigkeit der von früher her vorliegenden Beweise der Placentarrespiration des Foetus, der mich veranlasste, dieselben kurz zusammenzustellen, lässt es auch nicht ganz überflüssig erscheinen, wenn ich es unternehme, den bereits vorhandenen noch einen Beweis für die Placentarathmung des Foetus hinzuzufügen, einen Beweis, den ich in der Literatur nicht genannt finde und der mir so naheliegend scheint, dass ich glaube, er sei nur desshalb noch nicht genannt worden, weil er denen, die ihn empfunden haben, zu selbstverständlich vorgekommen ist.

Das Blut des menschlichen Foetus ist durch mehr als 30 Wochen mit einem Theil seiner Oberfläche, der wohl zu keiner Zeit weniger als den vierten Theil der gesammten Capillaroberfläche beträgt, der in den letzten Monaten der Schwangerschaft 10,000 Quadratcentimeter gewiss übersteigt, in Contact mit dem arteriellen mütterlichen Blute, welches in den Placentarsinus die freien kindlichen Capillaren umspült; es ist getrennt von dem mütterlichen Blute durch eine einfache Epithelschicht und ein dahinterliegendes Gewebe (die kindliche Capillarwand), welche der Epithelschicht an Dicke und Permeabilität etwa gleichkommt. Auf der mütterlichen und auf der foetalen Seite ist das Blut in ununterbrochener Strömung, auf der mütterlichen Seite findet ununterbrochene Zufuhr arteriellen Blutes zu der ausgedehnten von den Capillarschlingen des Foetus gebotenen Fläche statt. Dieses mütterliche Blut ist mit Sauerstoff beinahe gesättigt, enthält dessen circa 18 Vol.%. Ich frage, ob es unter diesen Bedingungen physikalisch denkbar ist, dass das foetale Blut, und wenn Wasser statt Blut in den Adern des Kindes kreiste, dass dasselbe arm am Sauerstoff oder gar frei von Sauerstoff sei; ob es nicht nothwendig ist, anzunehmen, dass das foetale Blut mit dem mütterlichen in Bezug auf den beiderseitigen Gasgehalt sich ins Gleichgewicht setze. Selbstverständlich braucht dieses Gleichgewicht nicht in gleichen Volumprocenten zu liegen, die etwas abweichende Be-

schaffenheit in Bezug auf die übrige chemische, in Bezug auf die morphologische Beschaffenheit des Foetalblutes wird einen etwas differenten Absorptionscoefficienten, die etwas höhere Temperatur des Foetalblutes, der vielleicht differente Druck, unter dem es sich in den Capillarschlingen befindet, werden eine differente Capacität für Gase bedingen. Experiment und Analyse wird auch aus dem foetalen Erstickungsblut, wie wir es bei Geburten leicht auffangen können, seine Sauerstoffcapacität zu ermitteln im Stande sein. Diese Zahl mag nun ausfallen wie sie will, die Sauerstoffcapacität des Foetalblutes mag der des Gebornen nahe kommen, oder weit unter ihr liegen, so viel steht fest, dass bei dem bedeutenden Sauerstoffgehalt des mütterlichen Placentarblutes, bei der freien Möglichkeit diosmotischen Austausches mit demselben der wirkliche Sauerstoffgehalt des foetalen Blutes zu dessen Capacität für Sauerstoff ganz ähnlich sich verhalten muss, wie der Sauerstoffgehalt des Blutes der Mutter zu eben dessen Capacität, dass also das aus der Placenta zurückkehrende Foetalblut, wie das der Lungenvenen des Gebornen, mit Sauerstoff fast gesättigt ist.

Wenn in den Geweben des Foetuskörpers ein starker Sauerstoffverbrauch stattfindet, so wird das Gleichgewicht zwischen foetalem und mütterlichem Blute nie vollkommen bestehen, es wird nur ein dem Gleichgewicht nahekommender Zustand im Blut der Nabelvene immer von Neuem hergestellt werden. Setzen wir dagegen den Sauerstoffconsum im Foetus, in der Voraussetzung, dass er nicht nachgewiesen oder dass er verschwindend klein sei, einstweilen gleich Null, so ist ersichtlich, dass das gesammte Foetalblut in Bezug auf seinen Sauerstoffgehalt sich dauernd im Gleichgewicht mit dem mütterlichen Foetalblut befinden muss.

Die gleiche Voraussetzung festgehalten, werden n u r Alterationen im Sauerstoffgehalt des m ü t t e r l i c h e n Blutes solche im Blut des Foetus herbeiführen können.

Nun wird von einer ganz gesunden Mutter, welche speciell keine Spur von Asphyxie zeigt, ein Kind, dem wenige Minuten zuvor die Nabelschnur gedrückt wurde, im Zustande tiefer Asphyxie, unter allen Erscheinungen der Suffocation geboren, wir konnten auch durch Beobachtung vor vollendeter Geburt constatiren, dass die Symptome, die das geborne Kind zeigt, im Mutterleib genau von der Zeit an sich entwickelten, wo die Compression der Nabelschnur begann. Je länger das Kind unter den Bedingungen existirt hat, die den Austausch seines Blutes mit der Mutter behinderten, desto schwerer sind die Symptome der Erstickung am gebornen Kinde, je früher es gelingt, durch künstliche Athmung Sauerstoff dem Blute zuzuführen, desto sicherer gelingt

es, Sydie mptome der Erstickung zu heben. Woher bekommt das Kind im Mutterleibe Erstickungsblut in seine Adern bei kurzer Unterbrechung seiner Placentarcirculation, da sein Blut vorher in Bezug auf Sauerstoffgehalt im Gleichgewicht war mit dem arteriellen der Mutter, und da das Blut der Mutter keine Aenderung seines Gasgehaltes erfahren hat? *Das ist lediglich dadurch möglich, dass der im Blut des Kindes vorhandene Sauerstoff ziemlich schnell verbraucht wird, wenn die Zufuhr neuen Sauerstoffs abgeschnitten ist.*

Somit wären also die vorhandenen Beweise für die Placentarrespiration des Foetus um noch einen vermehrt, und gleichzeitig der Beweis geführt, dass entgegengesetzt der Ansicht Pflüger's der Sauerstoffverbrauch im Foetus nicht verschwindend klein gegen den des Erwachsenen, sondern recht gross ist und dem des Gebornen vielleicht wenig nachsteht.

Beitrag zur vergleichenden Anatomie des Gehirnes.

(Vorläufige Mittheilung)

von

Miklucho-Maclay.

Mit 3 Figuren in Holzschnitt.

Indem ich in Folgendem die Hauptergebnisse einer vergleichenden Hirnuntersuchung als vorläufige Mittheilung der Oeffentlichkeit übergebe, behalte ich mir eine eingehende Begründung und detaillirtere Ausführung derselben vor.

Der besseren Uebersicht wegen will ich diese Mittheilung in folgende drei Abschnitte theilen:

I. Neue Deutung des Fischgehirnes.
II. Ueber die glandula pituitaria bei Selachiern.
III. Vergleichung der Hirnbildungen bei Vertebraten.

I. Neue Deutung des Fischgehirnes.

Das Fischgehirn besteht, wie bekannt, aus mehreren auf einanderfolgenden Abschnitten. Trotz der grossen Mannichfaltigkeit, welche diese Abschnitte in den verschiedenen Abtheilungen der Fische zeigen, lässt sich in ihnen eine constante Reihenfolge beobachten. Es liegen beim erwachsenen Fisch zwei paarige Anschwellungen vor einer unpaaren. Ausser diesen Hauptabschnitten finden sich aber noch andere vor, die theils hinter, theils vor denselben gelagert sind. Dieses von vielen Forschern untersuchte Organ hat in seinen einzelnen Theilen viele Deutungen erfahren.

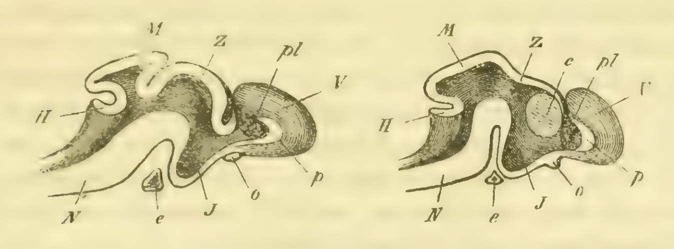
Die Verschiedenheit der einzelnen Auffassungen und die Wichtigkeit einer richtigen Beurtheilung des Fischgehirnes für die gesammte Neurologie bewog mich, diese Ansichten zu prüfen, um mich entweder einer bestehenden anzuschliessen, oder eine richtigere aufzustellen. Bevor ich zu den Resultaten meiner Untersuchungen komme, will ich in folgender schematischen Tabelle die Deutungen verschiedener Autoren darstellen:

HALLER 1766. (CUVIER, GOTTSCHE).	ARSAKY 1813. (CARUS, TIEDEMANN, SERRES).	TREVIRANUS 1820.	JOH. MÜLLER 1835.	V. BAER 1837.	MIKLUCHO 1867.
—	—	—	—	—	—
Lobi olfact.	Hemisph.	Vordere Theile der Hemisphären (bulbi olfact.)	Hemisph.	Vorderhirn.	Vorderhirn.
Hemisph.	Corp. quadr.	Hintere Theile der Hemisphären mit dem Seh- und Vierhügel.	Lobi ventr. III. und Corp. quadr.	Zwischen- und Mittelhirn.	Zwischenhirn.
Cerebellum.	Cerebellum.	Cerebellum.	Cerebellum.	Hinterhirn.	Mittelhirn.
					Hinterhirn.
Medulla.	Medulla.	Medulla.	Medulla.	Nachhirn.	Nachhirn.

Inwiefern diese Deutungen durch eine auf eine neue Methode der Vergleichung gestützte Kritik gerechtfertigt sind, wird das Nachfolgende ergeben.

Der Hauptunterschied meiner Deutung von der der übrigen Autoren besteht darin, dass ich den dritten unpaaren Abschnitt, der von allen Forschern als Cerebellum gedeutet ist, für das Mittelhirn der übrigen Wirbelthiere ansehe, die vor demselben liegenden paarigen Anschwellungen als Zwischenhirn betrachte und die vom unpaarigen Abschnitte bedeckte Commissur als Homologon des Hinterhirnes hinstelle.

Zu dieser Ansicht hat mich namentlich das Studium der Entwickelung des Selachiergehirnes geführt. Die Selachier wurden bei dieser Untersuchung vorwiegend berücksichtigt, aus Gründen, die ich bei einer andern Gelegenheit erwähnt habe [1]). Die Vergleichung des Gehirnes eines jungen Selachier-Embryo (z. B. eines Notidanus oder Scymnus bis etwa von 13 cm. Länge) mit dem eines anderen Wirbelthieres lässt keinen Zweifel in der Deutung der einzelnen Theile.



Die Anlage des Mittelhirnes ist bei allen Wirbelthieren eine blasenartige Ausbuchtung, jene des Hinterhirnes dagegen erscheint in der frühesten Anlage niemals in Gestalt einer solchen blasenartigen Ausbuchtung, sondern stellt vielmehr eine hinter dem Mittelhirn liegende Quercommissur vor, welche den vorderen Abschnitt des Sinus rhomboidalis bedeckt. Es würde also für die erste Anlage des Gehirnes der Fische ein ganz anderes Verhalten bestehen, wenn die Deutung der früheren Autoren die richtigere wäre. — Sämmtliche vergleichend-

I. Gehirn (medianer Durchschnitt) von Heptanchus griseus, Embryo von 13 cm. Länge. II. Gehirn (desselben Durchschnitts) von Capra hircus, Embryo von 2 cm. Länge. Die beiden Gehirne sind vergrössert und ungefähr auf dieselbe Grösse reducirt. Die Zeichnungen sind nach Photographien entworfen. — *V* Vorderhirn, *Z* Zwischenhirn, *M* Mittelhirn, *H* Hinterhirn, *N* Nachhirn, *I* Infundibulum, *p* primitive Verbindung des Vorderhirnes, *pl* Plexus choroideus, *e* Glandula pituitaria, *o* Nervus opticus.

1) Ueber ein Schwimmblasenrudiment bei Selachiern, Jen. Zeitschr. für Med. III. Bd. 4. Hft.

anatomischen Thatsachen sprechen für die Deutung des dritten unpaaren Abschnittes des Selachiergehirnes als Mittelhirn. Eine einzige Thatsache, welche gegen die Annahme dieser Deutung scheinbar sprechen könnte, ist das Verhalten des Nervus trochlearis, auf welches auch Joh. Müller hinweist[1]) und auf welche Thatsache er grosses Gewicht zu legen scheint.

Der N. trochlearis entspringt nämlich bei höheren Wirbelthieren constant zwischen dem Mittel- und Hinterhirn. Bei den Selachiern dagegen entspringt er vor dem Mittelhirn.

Beachtet man jedoch, dass der Trochlearis bei Fischen und Amphibien blos als eine Wurzel des Trigeminus erscheint, dass er ferner bei vielen Amphibien und Fischen vollständig fehlt[2]) oder ein sehr wechselndes Verhalten zeigt, so wird auf die Eigenthümlichkeit des Trochlearis-Ursprungs bei Selachiern nicht jenes bedeutende Gewicht gelegt werden dürfen. Der wichtigste Umstand liegt aber darin, dass die Faserung der Hirntheile viel später entsteht[3]) als die Differenzirung der Hauptabschnitte[4]).

Diese vom Selachiergehirn genommene Auffassung bestätigt sich für Ganoiden und Cyclostomen; die ersten Differenzirungen des Teleostiergehirnes entsprechen vollständig den gleichen Stadien des Gehirnes der Selachier. Auch die Einrichtungen des Gehirnes ausgewachsener Teleostier, vorzüglich aus der Abtheilung der Physostomen, die bekanntlich auch in anderen anatomischen Verhältnissen sich den Ganoiden am nächsten anschliessen, stimmen vollständig mit der eben besprochenen Deutung der Hirntheile überein.

---

1) Joh. Müller, Vergleich. Neurologie der Myxinoiden p. 215.

2) Bei den Myxinoiden fehlt der Trochlearis, bei den anderen Cyclostomen geht er Verbindungen mit andern Nerven ein (Joh. Müller, Vergleich. Neurologie p. 217). — Der Trochlearis bei Selachiern zeigt ebenfalls Verbindungen mit dem Trigeminus (z. B. bei Scymnus, Scyllium). Bei Salamandrinen fehlt der IV. vollständig; der Musc. obl. sup. wird durch einen Ast des Ramus nasalis des V. versorgt, ebenso existirt bei Menobranchus kein discreter IV. (Fischer, Anatomische Abhandlungen I. Hamburg 1864. Der IV. fehlt auch bei Rana pipiens (Wyman), bei Rana esculenta verbindet er sich mit dem V. (Schlemm, d'Alton) etc.

3) v. Baer, Entwickelungsgeschichte II. p. 112.

4) Dass man in einem Nervenursprung oder vielmehr in dessen Austrittsstelle keinen absolut sichern Anhaltspunct für die Deutung eines Hirnabschnitts suchen darf, beweist z. B. das Verhalten der Opticuswurzeln bei Beutelthieren. Nach den Untersuchungen von Gratiolet (Anat. comp. du Syst. nerv. Paris 1857. p. 182. 183) hat der N. opticus 3 Wurzeln, indem er vom Vorder-, Zwischen- und Mittelhirn entspringt. Die Wurzel vom Vorderhirn, die bei affenartigen Säugethieren sehr gross ist und den übrigen Säugethieren nicht fehlt, findet sich nicht bei Halmaturus Bennettii, Hypsiprymnus murinus, Didelphis virginiana.

II. Ueber die Glandula pituitaria bei Selachiern.

Schon 1839 theilte RATHKE in seiner Entwickelungsgeschichte der Natter mit, dass in einem früheren Embryonalstadium eine kleine Ausstülpung der »Mundhaut« emporwächst, sich dicht an's Infundibulum anlegt und sich allmählig von der »Mundhaut« abschnürt. Nach vollendeter Abschnürung stellt der neugebildete Theil — die Glandula pituitaria — ein vollständig geschlossenes »Bläschen« dar[1]).

RATHKE hat diese Art der Bildung nicht blos bei Reptilien, sondern auch bei Vögeln und Säugethieren beobachtet[2]). Dieser Ursprung des Hirnanhanges ist von Manchen, so z. B. von REICHERT, in Zweifel gezogen worden.

Was meine Untersuchungen über die Glandula pituitaria betrifft, so kann ich nur die schöne Beobachtung von RATHKE bestätigen und, wie mir scheint, ausser Zweifel setzen. Das Verhalten der Hypophysis bei Selachiern bietet nämlich das Interessante, dass bei vielen Haien (Scymnus, Acanthias, Notidanus und anderen) der Zusammenhang der Glandula pituitaria mit der Mundhöhle noch deutlich persistirt. Es findet sich nämlich in der Schädelbasis, dicht vor dem Sattel, eine bei Embryonen einfache Oeffnung vor, durch welche ausser den Blutgefässen (Carotides internae) noch ein bindegewebiger Strang hindurchtritt, der, von der Hypophysis abgehend, einen Nachweis des früheren Zusammenhanges darbietet.

Die Glandula pituitaria ist auch hier, wie RATHKE für die früheren Stadien der höheren Wirbelthiere beschreibt, ein abgeschlossenes sackförmiges Gebilde. — Diese Bildung ist bei erwachsenen Selachiern etwas modificirt. Nach vollständiger Abschnürung der Hypophysis von der Mundhöhle wird die Oeffnung überbrückt, diese Brücke verknorpelt und so entstehen zwei Canäle, die in einen einzigen unpaaren einmünden.

Diese von hinten und aussen nach vorn und innen verlaufenden Canäle sind die Carotiden-Canäle, die bei sämmtlichen Vertebraten eine analoge Lagerung besitzen und wahrscheinlich auf dieselbe Weise entstehen. Der unpaare, die zwei Canäle aufnehmende Canal besitzt bei den verschiedenen Wirbelthiergruppen eine verschiedene Länge, so ist er verhältnissmässig beträchtlich bei Vögeln, dagegen ist er bei den Säugethieren vorübergehender Natur, indem er bei erwachsenen fast gänzlich verschwindet.

---

1) H. RATHKE, Entwickelungsgeschichte der Natter, Königsberg 1839. p. 132.

2) Desgleichen p. 81.

Bei Selachiern sind die Carotiden-Canäle zwar beschrieben und abgebildet [1]), ohne dass jedoch ihr morphologischer Werth, als secundäre, mit der Entstehung der Glandula pituitaria in Zusammenhang stehende Bildung, erkannt worden wäre.

Aus dem Vorhergehenden folgt also mit Bestimmtheit, dass morphologisch die Gland. pituitaria eine dem Gehirn ganz fremde Bildung ist und, wie RATHKE behauptete, eine Abschnürung der Mundschleimhaut darstellt [2]).

III. Vergleichung der Hirnbildungen bei Vertebraten [3]).

Die mannichfaltigen Formen des centralen Nervensystems in den verschiedenen Wirbelthierabtheilungen gehen aus Einer Anlage hervor [4]).

Die spätere Verschiedenheit ist bedingt durch verschiedenes Wachsthum und Differenzirung der anfangs gleichartigen Theile.

Diese im Wachsthum entstandenen Eigenthümlichkeiten zu unterscheiden und die morphologisch gleichartigen homologen Theile herauszufinden, ist die Aufgabe der vergleichenden Anatomie des Gehirnes.

Um diese Homologa ausfindig zu machen, können wir von einer, allen Wirbelthieren gemeinsamen Grundform ausgehen und dann die verschiedenen Gehirne in ihrer späteren Entwickelung verfolgen, um die Modificationen und Eigenthümlichkeiten, welche die Grundform eingeht, kennen zu lernen und richtig zu würdigen.

Als eine solche Ausgangsform können wir an einer jeden Wirbelthierclasse das Gehirn annehmen, welches in die fünf Primitivblasen VON BAER's differenzirt ist.

Bevor wir aber die Differenzirung des Gehirnes der einzelnen Wirbelthiergruppen besprechen, wollen wir die allgemeineren Verän-

---

1) BUSCH, De Selachiorum et Ganoideorum Encephalo. Berlin 1848. Taf. II. Fig. 4.

2) Die Resultate der histologischen, auch der neueren Untersuchungen stimmen damit überein, indem sie ebenfalls die Gland. pituitaria als eine dem Nervensystem fremde Bildung ansehen.

3) Obgleich ich keineswegs der Meinung bin, hiermit eine abgeschlossene Untersuchung zu geben, schien es mir doch zweckmässig, diese Form der Darstellung zu wählen, statt einzelne Resultate meiner Untersuchungen in eine Reihe von Einzelmittheilungen aufzulösen, wobei man gar zu leicht das Gesammtbild der morphologischen Differenzirung verlieren könnte. So mangelhaft das Bild auch ist, so kann es doch eine primitive Grundlage für spätere Untersuchungen bilden.

4) E. v. BAER, Entwickelungsgeschichte der Thiere. Königsberg 1837. 2. Thl. p. 215. 287. 292 und viele andere Stellen. — GEGENBAUR, Grundzüge der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1859. p. 484 und viele andere Autoren.

derungen des centralen Nervensystems, die bei der Entwickelung sämmtlicher Vertebraten-Gehirne vor sich gehen, in's Auge fassen, um dieselben nicht im Einzelnen wiederholen zu müssen.

Zu diesen allen Gehirnen zukommenden allgemeinen Veränderungen gehört die Verdickung der Wandungen durch Ablagerung von Nervensubstanz. Die ursprünglich weiten Hohlräume des Gehirnes und Rückenmarks werden dadurch immer enger, und diese Verengung kann so weit gehen, dass der Hohlraum fast vollständig schwindet, was wir z. B. am Rückenmark höherer Vertebraten sehen, wo der Raum des Medullarrohres auf ein Minimum reducirt wird. Auch einzelne oder mehrere Abschnitte des Gehirnes können ihre Ventrikel verlieren, z. B. das Vorderhirn und Mittelhirn mancher Fische.

Bei Cyclostomen verschwinden fast sämmtliche Ventrikel, es bleibt ein grosser Sinus rhomboidalis, der sich etwas unter das Mittelhirn erstreckt.

Da man eine vollkommene Homotypie des Gehirnes und Rückenmarks annehmen kann, so findet man durchgehend bei allen Vertebraten, dass es die den hinteren Strängen des Rückenmarks entsprechenden Hirntheile sind, die sich besonders differenziren und die grössten Verschiedenheiten der Gehirnbildungen bedingen.

Eine andere allgemeine Differenzirung betrifft die Bildung der Hirnhäute, die sich von der Hirnoberfläche abscheiden [1]). Bei Embryonen höherer Vertebraten, sowie bei Selachiern und anderen Fischen findet man keine scharfe Sonderung der einzelnen Schichten, sie gehen allmählig in einander über und können nur durch künstliche Präparation getrennt werden.

Bei Fischen und Amphibien, wo das Gehirn im embryonalen Zustand die Schädelkapsel vollständig und beim späteren Wachsthum nur einen Theil derselben ausfüllt, wird der Zwischenraum zwischen Schädel und Gehirn durch ein bindegewebiges Netzwerk ausgefüllt. In diesem Bindegewebe kann Fett, Kalk, Pigment abgelagert werden. Dieses Netzwerk kann man als Homologon der Arachnoidea der höheren Vertebraten ansehen.

An zwei verdünnten Stellen des Hirndaches bilden sich Einstülpungen eines Theiles der Hirnwände, die mit einem reichen Netz von Blutgefässen versorgt sind. Von diesen Einsenkungen entsteht die eine constant, zwischen dem Vorder- und Zwischenhirn, die andere hinter dem Mittelhirn, weil zu dieser Zeit noch kein Hinterhirn differenzirt ist. Daraus bilden sich die Adergeflechte.

1) v. Baer, Entwickelungsgeschichte Bd. II. p. 104 und andere Autoren.

Dass es keine Durchbrechungen, sondern Einstülpungen sind, geht daraus hervor, dass 1) die Hirnhäute und folglich auch die sog. Plexus keine dem Gehirn fremde Theile sind, da sie anfangs die oberste Schicht des centralen Nervensystems ausmachen und 2) kann man sogar bei einigen erwachsenen Selachiern einen unmittelbaren Zusammenhang des Zwischenhirndaches mit dem Plexus nachweisen. Auch die sog. Decke des Sinus rhomboidalis oder des Nachhirnventrikels, gegen welchen gleichfalls ein Plexus sich auflegt, ist bekanntlich zum Theil aus der ursprünglichen obern Wandung des Nachhirnes gebildet.

Nach diesen allgemeinen Differenzirungsvorgängen wollen wir zu den Formveränderungen der primitiven Hirnabschnitte in den verschiedenen Vertebratenstämmen übergehen.

Fische[1]).

Die embryonale Anlage des Vorderhirnes ist eine unpaare Blase, die sich aber recht bald in zwei seitliche Hälften theilt; unpaar bleibt das Vorderhirn bei einigen Selachiern (Carcharias, Galeus und vielen Rochen). Die laterale Theilung ist bei allen aber durch eine unbedeutende Einsenkung angedeutet; bei anderen Haien, Scymnus, Acanthias etc., geht die mediane Einsenkung tiefer. Es bilden sich zwei seitliche Hälften und dadurch wird die anfangs einfache Höhle des Vorderhirnes in zwei seitliche Ventrikel getheilt.

Da die Spaltung der beiden Vorderhirnhälften keine vollständige ist, so persistirt eine Verbindung, die der primitiven Verbindung der Hemisphären der übrigen Vertebraten homolog ist.

Diese primitive Verbindung ist die indifferente Anlage des Commissurensystems (Commissura anterior, Fornix, Balken, Septum pelucidum) der höheren Wirbelthiere. Dieser Umstand scheint mir von Wichtigkeit zu sein für das Verständniss von Einrichtungen, die erst bei Säugethieren zur Entfaltung kommen und die als indifferente Anlage schon bei Fischen (Selachiern) bestehen.

Die Trennung der Hemisphären ist eine vollständigere bei Ganoiden und Teleostiern.

Die Vorderhirnventrikel werden durch Ablagerung von Nervensubstanz auf einen sehr unbedeutenden Hohlraum reducirt. (Viele Rochen, Teleostier, Cyclostomen.) Das Vorderhirn bildet bei Selachiern eine sehr ansehnliche Masse, ist aber bei einigen Teleostiern fast rudimentär.

---

1) Die Hohlräume des Gehirnes benenne ich nach den sie umschliessenden Abschnitten.

Was die Lobi olfactorii betrifft, so sind diese entweder dem Vorderhirn anliegend, oder durch lange Tractus mit denselben verbunden. Diese Tractusbildungen sind secundäre Erscheinungen; als solche sind auch die Hirnstiele, die ebenfalls sehr lang werden können, anzusehen. Sie sind durch Wachsthum des Schädels bedingt und fehlen beim embryonalen Gehirn, wo die Hirntheile enger zusammenliegen und die Schädelkapsel vollständig ausfüllen. Die Tractus olfactorii sind hohl und in sie setzt sich der Vorderhirnventrikel fort.

Zwischen dem Vorder- und Zwischenhirn senkt sich der Plexus choroideus ein, in welchem eine vom Zwischenhirn ausgehende dünne Lamelle sich verliert.

Das Zwischenhirn bildet bei Selachier-Embryonen anfangs eine grosse, mit einer medianen Einsenkung versehene Blase, differenzirt sich aber bald in zwei seitliche Blasen, die eine Zeit lang mit dem unter ihnen liegenden Infundibulum (Lobi inferiores)[1]) den grössten Abschnitt des Gehirnes ausmachen, entsprechend dem Stadium sämmtlicher Wirbelthierembryonen, wo das Zwischenhirn mit dem Infundibulum alle übrigen Gehirntheile an Grösse übertrifft, welches Stadium der Entfaltung des Mittelhirnes vorangeht, wie es schon RATHKE erwähnt[2]). Die Selachier behalten eine fast vollständige Decke des Zwischenhirnes, während andere Fische (Cyclostomen, Ganoiden) sich darin den Amphibien nähern, dass sie einen Spalt in der Zwischenhirndecke zeigen. Bei erwachsenen Selachiern wird das Zwischenhirn zum Theil oder ganz vom Mittelhirn bedeckt, welches gerade in dieser Abtheilung eine bedeutende Mannichfaltigkeit und Grösse zeigt.

Die Anlage des Mittelhirnes bei Selachiern ist, wie bei allen Wirbelthieren, eine einfache Blase, die bei höheren Wirbelthieren vorübergehend und bei Selachiern und anderen Fischen bleibend eine

1) Bei dieser Gelegenheit will ich noch einen Theil des Fischgehirnes besprechen, der sehr verschieden gedeutet worden ist. — Es sind die Lobi inferiores, welche von vielen Forschern als blos den Fischen zukommende Bildungen angesehen wurden. Die Lobi inferiores entsprechen aber dem Infundibulum, das bei Wirbelthierembryonen sehr gross ist und bei vielen eine paarige Ausbuchtung zeigt (z. B. Natter). Die Lobi inferiores können hohl sein oder solid, wenn die Nervenmasse ihrer Wandung sich verdickt. Am richtigsten hat ihre morphologische Bedeutung C. G. CARUS beurtheilt, indem er sie als Ganglien des Trichters ansieht. Von andern wurden sie vollständig misskannt, wie z. B. von TIEDEMANN, der in ihnen die Corpora candicantia sehen wollte, von CUVIER wurden sie als Couches optiques (Sehhügel) betrachtet; auch JOHANNES MÜLLER deutet als Lobi inferiores bei Petromyzon marinus ein Paar Erhabenheiten an der Medulla, die durchaus nichts mit den Lobi inferiores der übrigen Fische zu thun haben.

2) RATHKE, Entwickelungsgeschichte der Natter p. 16.

beträchtliche Grösse behält. Auf der anfangs glatten Oberfläche des Mittelhirnes der Selachier entsteht eine mediane Einsenkung, die das Mittelhirn, von oben gesehen, in zwei laterale Hälften theilt. (Scymnus, viele Rochen etc.)

Bei einigen, z. B. Acanthias, tritt zu diesem medianen Einschnitt noch eine Querfurche, die senkrecht zu der ersten gelagert ist.

Eine andere Art der Differenzirung zeigt das Mittelhirn bei anderen Haien (Carcharias, Galeus und andere). Es finden sich an der Oberfläche mehrere Querfurchen, die dadurch entstehen, dass die obere Wandung des Mittelhirnes sich in Falten legt, was man besonders schön auf einem medianen Längsschnitt sehen kann.

Diese Faltenbildung des Mittelhirnes zeigt bei verschiedenen Gattungen der Selachier einen übereinstimmenden Typus. Durch sie wird die bei vielen Selachiern einfache Höhle des Mittelhirnes in mehrere Abschnitte getheilt.

Die mannichfaltigen Bildungen des Mittelhirnes verdienen ein besonderes Interesse, weil sich von ihnen die Einrichtungen des Mittelhirnes bei anderen Vertebraten ableiten lassen. Die bei Selachiern angedeutete laterale Theilung entwickelt sich weiter bei den übrigen höher stehenden Wirbelthieren. Auch die Faltenbildung dieses Hirnabschnitts ist nicht blos bei Selachiern vertreten; ich habe sie vorübergehend beim Vogel (Hühnchen von 3 — 4 Tagen) und Säugethieren (Ziege, Schwein, bei Embryonen von 2 cm. Länge) beobachtet. Diese Falten finde ich auch von v. Baer beschrieben und abgebildet [1]).

Bei Ganoiden und Cyclostomen ist das Mittelhirn durch zwei nebeneinanderliegende Anschwellungen repräsentirt; eine Form, die sich später bei Amphibien findet. Bei Teleostiern scheint die Höhlung des Mittelhirnes sehr früh zu verschwinden, wenigstens fehlt sie vielen erwachsenen Knochenfischen.

Was das H i n t e r h i r n der Selachier betrifft, so schliesst sich diese Bildung an die der Cyclostomen, Ganoiden, Amphibien und embryonalen Zustände des Hinterhirnes der höheren Wirbelthiere an. Es entsteht als eine zusammenwachsende Commissur hinter dem Mittelhirn mit einer mehr oder weniger ausgesprochenen Längsfurche. Das Hinterhirn der Selachier wurde von einigen Autoren [1]) als Corpus restiforme gedeutet.

Die Hauptzüge der Differenzirung des Gehirnes bei Fischen in wenigen Worten zusammenzufassen, ist keine leichte Aufgabe, da die

---

1) v. Baer, Entwickelungsgeschichte Th. I. p. 102. 121, Th. II. p. 112.

2) Busch, De Selachiorum et Ganoideorum Encephalo p. 25.

Gehirnbildung in den verschiedenen Fischabtheilungen sehr verschiedenartige Differenzirungen eingeht und weil die Entwickelung des Fischgehirnes noch wenig bekannt ist. Von sämmtlichen Fischen sind es die Selachier, die uns am meisten interessiren wegen ihrer schon öfters erwähnten Beziehungen zu den übrigen Vertebraten. Diese verwandtschaftlichen Beziehungen werden auch durch das Verhalten des centralen Nervensystems gestützt.

Man kann die Selachiergehirne als eine Grundform für die übrigen Gehirnbildungen der Vertebraten auffassen, weil sie sich viel mehr als alle anderen, der von uns angenommenen embryonalen Grundform nähern.

Fast alle Hirnabschnitte sind entwickelt, keiner zeigt eine auffallende Reduction. Das indifferente Verhalten des Selachiergehirnes äussert sich noch in der bedeutenden Weite der Ventrikel und in den Schwankungen im Grade der Ausbildung einzelner Hirnabschnitte, welche in dem Maasse nur bei Selachiern vorkommen (so z. B. die Verschiedenheit der Formen des Vorder- und Mittelhirnes bei den einzelnen Selachiergattungen). Aus diesem indifferenteren Verhalten ergeben sich auch zahlreiche Anschlüsse an die Hirnbildungen höherer Wirbelthiere.

Die Aehnlichkeit derselben mit der embryonalen Grundform ist keineswegs durch ein Stehenbleiben auf einer embryonalen Stufe bedingt (wie es z. B. Tiedemann[1]) glauben konnte); ganz im Gegentheil, einzelne Hirntheile (Zwischen- und Mittelhirn z. B.) erlangen gerade bei Selachiern eine Entfaltung, die sich bei keiner anderen Vertebratengruppe vorfindet. Durch die Entwickelung gewisser Theile (Lobi inferiores, Anschwellungen am Ursprung verschiedener Nerven), die bei anderen Vertebraten fast rudimentär bleiben, kommen dem Selachiergehirne neue Hirntheile zu, die sie nur mit einigen Fischen gemein haben. Wir sehen im Gehirn erwachsener Selachier eine beträchtliche Entwickelung des Vorder- und Zwischenhirnes. Die Wandungen des Infundibulum sind zu den Lobi inferiores angeschwollen; besonders entfaltet erscheint aber das Mittelhirn, welches das schmale Hinterhirn fast vollständig bedeckt.

Amphibien.

An die Hirnbildungen der Fische reihen sich die der Amphibien an, dieselben zeigen noch ziemlich indifferente Hirnformen, die manche

1) Tiedemann, Anatomie und Bildungsgeschichte des Gehirnes, Nürnberg 1819. p. VI

Anschlüsse an die der Säugethiere darstellen und viele Uebergänge zu den in einer anderen Richtung differenzirten Hirnbildungen der Reptilien und Vögel bieten.

Das Vorderhirn differenzirt sich früh in zwei Hälften. Aus der primitiven Verbindung entwickelt sich vorzugsweise die Commissura anterior, die, obwohl schon bei Amphibien deutlich vorhanden, erst bei Reptilien und Vögeln ihre höchste Entfaltung erreicht. Die Ventrikel des Vorderhirnes sind wie bei den Fischen vor dem Ventrikel des Zwischenhirnes gelagert, Zwischen- und Mittelhirn sind eng verbunden und gehen ohne Grenze ineinander über [1]) (bei Froschlarven, geschwänzten Amphibien).

Das Zwischenhirn ist im jungen Zustande grösser, nimmt mit zunehmendem Alter ab und verliert theilweis seine Decke, so dass man nach Entfernung des Plexus, der zwischen dem Vorder- und Zwischenhirn eingeschaltet ist, in den Ventrikel des Zwischenhirnes und in das Infundibulum hineinsehen kann. Es finden sich bei Amphibien zwei Formen des Mittelhirnes, die eine derselben treffen wir bei einigen geschwänzten und den Jugendformen der ungeschwänzten Amphibien an. Bei diesen hat das Mittelhirn eine längliche Gestalt mit einer kaum unterscheidbaren Längsfurche. Diese Form ist die indifferentere, den Selachiern am nächsten stehende. Die andere Form findet sich bei den erwachsenen ungeschwänzten Amphibien vor. Diese Form kann als eine aus der vorhergehenden sich entwickelnde angesehen werden. Es entfalten sich die seitlichen Theile des Mittelhirnes, die Furche zwischen ihnen wird tiefer und so stellt das Mittelhirn zwei nebeneinanderliegende Halbkugeln vor.

Der Ventrikel des Mittelhirnes zeigt gleichfalls zwei Ausbuchtungen, die sich in die Halbkugeln erstrecken.

---

1) Diese Beziehung des Zwischenhirns zum Mittelhirn ist nicht blos bei Amphibien vorhanden, sondern findet sich bei sämmtlichen Vertebraten, im frühen embryonalen Stadium, besonders deutlich vor. Bei sehr vielen Gehirnen erwachsener Wirbelthiere trifft man dasselbe Verhältniss; bei Salamandrinen ist z. B. keine Spur von Trennung da, bei anderen geschwänzten Amphibien tritt diese erst später auf, wenn sich das Mittelhirn weiter differenzirt. Den Grund dieser engen Beziehungen wäre man sehr geneigt in der Entstehungsweise zu suchen, indem man sich namentlich das Zwischen- und Mittelhirn aus einer Blase (der mittlern der drei primitiven Blasen von v. Baer) entstanden dächte. Dieser Auffassung jedoch widersprechen sämmtliche Beobachter, nach welchen das Zwischenhirn mit dem Vorderhirn aus der ersten primitiven Blase entstehen soll. Ich habe aber bei sehr jungen Embryonen das Zwischenhirn immer in näherer Beziehung zum Mittel-, als zum Vorderhirn gesehen, ohne jedoch definitiv entscheiden zu können, ob das Zwischenhirn aus der ersten oder zweiten primitiven Blase entsteht.

Das Hinterhirn ist auch hier wie bei den Fischen eine, vom Mittelhirn zum Theil bedeckte Commissur. Es ist sehr klein bei Salamandrinen.

Das Amphibiengehirn bietet die einfachsten Formen, in welche sich das centrale Nervensystem bei Vertebraten differenzirt.

Das Vorder- und Mittelhirn entwickelt sich bei Amphibien vorzugsweise, das Zwischenhirn erleidet eine Reduction und das Hinterhirn ist noch wenig entwickelt.

Reptilien und Vögel.

Das Gehirn der Schildkröten bildet einen schönen Uebergang zu den Einrichtungen der übrigen Reptilien und Vögel, schliesst sich jedoch mehr an die Verhältnisse der Amphibien an. Die Spitze dieser auslaufenden Differenzirungsreihe bilden die Gehirnverhältnisse der Vögel.

Das Vorderhirn ist beträchtlich und überlagert das Zwischen- und Mittelhirn. Aus der primitiven Verbindung differenzirt sich die Commissura anterior, deren Strahlung sich unterhalb des Streifenhügels verbreitet.

Der Streifenhügel, der schon bei Reptilien sehr ansehnlich ist, bildet bei den Vögeln den grössten Theil des Vorderhirnes.

Durch das Auswachsen der Hemisphären lagern sich auch die Ventrikel des Vorderhirnes zum Theil über und neben den Ventrikel des Zwischenhirnes. Das Zwischenhirn ist verhältnissmässig klein, behält einen unbedeutenden Rest seiner Decke. Die bei Amphibien, Schildkröten sehr ausgesprochene laterale Theilung der beiden Mittelhirnhälften ist weiter gediehen, so dass sie in der medianen Linie blos durch eine sehr dünne Decke verbunden bleiben.

Der Mittelhirnventrikel wächst, dem Mittelhirn entsprechend, in zwei laterale Hörner aus.

Das Hinterhirn ist auch schon sehr differenzirt, der mediane Abschnitt (Wurm) ist sehr entfaltet und mit Querfurchen versehen. Die seitlichen Theile (Hemisphären) bleiben dagegen unbedeutend.

Fasst man das Gesagte kurz zusammen, so sieht man, dass bei Amphibien und Reptilien nur angedeutete Einrichtungen im Gehirne der Vögel ihren Höhepunct erreichen und auslaufen. Wir treffen bei den Vögeln eine bedeutende Entwickelung des Vorder-, Mittel- und Hinterhirnes.

Ich sagte vorhin, dass die Hirnbildung der Vögel eine auslaufende sei; sie bietet in der That keine directen Anschlüsse an Einrichtungen des Säugethiergehirnes. Alle Hirntheile sind sehr entwickelt,

aber anders differenzirt. Wenn wir z. B. die homologen Theile der Vögel- und Säugethiergehirne vergleichen wollten, so fänden wir, dass dem Vorderhirn der ersteren mit seinen grossen Corp. striat., seinen dünnen Wandungen und seiner grossen Commissura anterior blos ein kleiner vorderer Theil des Vorderhirnes der Säugethiere entsprechen würde. Das Zwischenhirn bei Vögeln ist wenig, das Mittelhirn sehr entwickelt. Aber die Differenzirung des Mittelhirnes in die zwei seitlichen Anschwellungen mit ihren Ventrikeln ist offenbar eine ganz andere, als die des Säugethiermittelhirnes, bei welchen das Mittelhirn mit dem engen Aquaeductus Sylvii fast rudimentär wird, wogegen das Zwischenhirn sehr gross erscheint. Bei Vögeln ist der mediane, bei Säugethieren sind die seitlichen Theile des Hinterhirnes besonders entwickelt.

Das sind alles Verhältnisse, die dem Beobachter beim ersten Blick in's Auge fallen, aber auch eingehendere Untersuchungen der beiden Gehirnreihen führen zu analogen Resultaten. Und so müssen wir die Hirnbildungen der Säugethiere nicht von denen der Vögel ableiten wollen, sondern viel weiter zurückgreifen und uns an indifferentere Einrichtungen der Selachier und Amphibien erinnern, die wirkliche Anschlüsse bieten.

Säugethiere.

Nachdem das Vorderhirn sich in die zwei seitlichen Hälften (Hemisphären) differenzirt hat, bleibt ein Rest der ursprünglichen Verbindung bestehen und bildet die Anlage des Commissurensystems (Corpus callosum, Fornix, Commissura anterior); so sehen wir, wie schon früher erwähnt, dass diese Einrichtungen blos Differenzirungen einer allen Vertebraten zukommenden Anlage sind. Durch das Auswachsen des Vorderhirnes nach hinten (womit auch die grössere Entwickelung des Commissurensystems zusammenhängt) überlagert dasselbe das Zwischen-, Mittel- und bei manchen Säugethieren das Hinterhirn. — Man kann an jeder Vorderhirnhälfte drei grössere Abtheilungen, Lappen, unterscheiden. Es sind der vordere (fronto-parietale), seitliche (sphenoidale) und hintere (occipitale) Lappen, welche bei verschiedenen Säugethieren verschieden gross werden. Dieser Ausdehnung der Vorderhirnhälften folgen auch ihre Ventrikel. So kommt es zur Bildung des vorderen, unteren und hinteren Hornes.

Am oberen Rande der sog. Sylvischen Furche findet sich ein Abschnitt, der, wenn das Gehirn reich an Falten ist, ganz zwischen denselben verborgen liegt.

Er wurde von GRATIOLET Lobe central genannt, da er von den drei erstgenannten Lappen umlagert wird.

Dieser Lobe central soll nach GRATIOLET etwas Charakteristisches, blos den affenartigen Säugethieren Zukommendes darstellen [1]).

Der Lobe central oder die Insula findet sich jedoch auch bei den übrigen Säugethieren (sowohl bei Carnivoren wie bei Wiederkäuern), ist am deutlichsten bei Embryonen dieser Thiere, bei welchen nur die Hauptwindungen entwickelt sind. Bei den Erwachsenen bekommt der Lobe central eine oberflächlichere Lage und ist wahrscheinlich deshalb von den anderen Forschern nicht erkannt worden.

Die weitere Differenzirung des Vorderhirnes besteht in der Faltenbildung.

Was die Entwickelung der Windungen betrifft, so bin ich durch meine auf embryologischem Wege gewonnenen Resultate zu anderen Ansichten gekommen als LEURET [2]) und GRATIOLET [3]), die sich mit diesen Bildungen beschäftigt haben. Sie nehmen mehrere selbständige Typen von Hirnwindungen an.

Man kann aber nachweisen, dass sämmtliche, wenn auch noch so complicirte Windungsbildungen auf einen gemeinschaftlichen Grundtypus reducirt werden können, weil die embryonale Anlage der Hauptwindungen bei sämmtlichen dieselbe ist [4]).

Zwischen- und Mittelhirn zeigen auch bei Säugethieren eine enge Verbindung; das Zwischenhirn behält im erwachsenen Säuge-

---

1) PIERRE GRATIOLET, Anatomie comparée du système nerveux 1857. T. II. p. 112.

2) Anat. comp. du syst. nerveux 1839. T. I.

3) Memoire sur les plis cérébraux de l'homme et des primates. p. III.

4) Der Forscher, der sich am meisten mit den Hirnwindungen bei Säugethieren beschäftigte, war LEURET; er wie auch die übrigen Forscher benutzten bei ihren Untersuchungen blos Gehirne erwachsener Säugethiere, und indem sie die Entwickelung der Windungen vernachlässigten, gelangten sie nicht zum Auffinden einer Grundform, die für alle Windungstypen gelten könnte. Sie mussten sich deshalb begnügen mit dem Feststellen von homologen Windungen blos für einzelne Säugethiergruppen und kamen dadurch zur Annahme mehrerer Windungstypen. — Bei meinen Untersuchungen bemühte ich mich, die Entwickelung der Windungen zu studiren. So fand ich auch, dass bei allen Säugethieren die primären Furchen dieselben sind oder dieselben Beziehungen zu einander zeigen. Dieser embryologische Weg ist auch der einzige zum Auffinden wirklich homologer Furchen, weil aus einer gemeinschaftlichen Anlage durch verschiedenes Wachsthum die einzelnen Furchen sich in einem Falle besonders ausbilden, im andern fast vollständig in den Hintergrund treten und so verschiedenartige Differenzirungsreihen darstellen, die mehr oder weniger den Windungstypen LEURET's entsprechen, aber durch die gemeinschaftliche Anlage im Zusammenhang stehen.

thiergehirn eine bedeutende Grösse, dagegen tritt das Mittelhirn sehr zurück und wird bei höheren Säugethieren fast rudimentär.

Der Riss der Decke des Zwischenhirnes tritt sehr zeitig auf, als Rest derselben kann man mit Bestimmtheit die Habenulae und die sog. Commissura posterior ansehen.

Ob auch die Epiphysis als Rest der Zwischenhirndecke gedeutet werden kann, konnte ich nicht entscheiden.

Die Commissura mollis ist wahrscheinlich eine secundäre Bildung, sie tritt erst bei Säugethieren auf und fehlt dem embryonalen Zwischenhirn, wo die sog. Zwischenhirn-Ganglien (Thalami optici) noch nicht verbunden sind [1].

Das Mittelhirn ist bei den Säugethieren verhältnissmässig klein, besonders aber bei affenartigen Säugethieren; grösser findet es sich bei Beutelthieren, bei welchen auch die grosse Höhlung des embryonalen Mittelhirns nicht auf den unansehnlichen Aquaeductus Sylvii, wie bei höheren Säugethieren reducirt wird. Die charakteristischen Ausbuchtungen des hinteren Theils des Mittelhirnventrikels (die bei Selachiern, Amphibien, Vögeln sich finden) fehlen bei Säugethieren, wenigstens im Jugendalter, nicht.

Das Hinterhirn erlangt bei den Säugethieren eine bedeutende Entfaltung, geht aber eine andere Differenzirung ein, als das der Reptilien und Vögel. Während dort der mittlere Abschnitt (Wurm) besonders entwickelt ist, sind es die seitlichen Theile (sog. Hemisphären) des Hinterhirnes, die hier zur Entfaltung gelangen.

Wenn wir die Hirnbildungen der Säugethiere kurz überblicken, so finden wir, dass bei diesen das Vorder- und Hinterhirn sich besonders entfalten, während das Zwischenhirn und vor allem das Mittelhirn sehr reducirt wird.

Aus dem vorher Besprochenen kommen wir zum Schluss, dass aus einer gemeinschaftlichen Anlage die Gehirne der verschiedenen Wirbelthierclassen verschiedenartige Differenzirung eingehen,

---

[1]) Trotz der oben ausgesprochenen Ansicht über die Bildung der Comm. mollis bei Säugethieren betrachte ich diese Frage als eine offene. — Es könnte dennoch sein, dass die Comm. moll. ein Rest einer primären Verbindung wäre (der Decke des Zwischenhirnes z. B.). Dafür hätte eine Beobachtung gesprochen: bei einem Hundsembryo schien mir die Comm. moll. mit der sog. Comm. post. verbunden zu sein und so eine Decke des Zwischenhirnes zu bilden; die Zahl der mir bekannten Facta sprechen jedoch für die oben mitgetheilte Ansicht, an welche ich mich noch jetzt anschliessen muss.

indem in einer Abtheilung gewisse Hirnabschnitte zur Entfaltung kommen, die in einer anderen Thiergruppe nur sehr wenig oder ganz anders differenzirt sind. Oder kurz ausgedrückt, die Gehirne verschiedener Wirbelthierabtheilungen sind einseitige Differenzirungen einer gemeinschaftlichen, allen Vertebraten zukommenden Anlage.

Da aber diese Differenzirungen verschiedenartige sind, so können wir keinen gemeinschaftlichen Maassstab für die Gehirnentwickelung der verschiedenen Wirbelthiergruppen aufstellen und deshalb scheint es mir vollkommen unberechtigt, in der Entfaltung Eines Hirnabschnittes (z. B. des Vorderhirnes) oder in der Näherung zum Säugethiertypus einen solchen zu suchen.

Diese auf morphologischem Boden gewonnenen Resultate dürften auch der Physiologie von Interesse sein, sie könnte daraus lernen, dass auch im Gehirne die homologen Theile keine Analoga sind und dass auch in einer Differenzirungsreihe die Homologa selbst in einem Falle indifferenter, im andern differenzirter sein können, (Mittelhirn bei Amphibien und Vögeln z. B.); dass ausserdem die homologen Theile verschiedenartige Differenzirung eingehen können)Mittelhirn der Vögel und Säugethiere z. B.).

Auch die Psychologen könnten daraus erfahren, dass die Diffferenzirung des centralen Nervensystemes bei den Vertebraten keine Stufenleiter darstellt, auf der das menschliche Gehirn den allseitig vollkommensten Zustand bildet, indess die übrigen Thiere mehr oder weniger Ausbildungsgrade[1]) vorstellten; dass also der Unterschied der Gehirnbildungen kein blos quantitativer, sondern auch ein qualitativer ist und dass die verschiedenartigen Gehirnformen selbständige Differenzirungen einer allerdings gemeinschaftlichen Grundlage bilden.

Jena, den 14. Juli 1868.

---

1) Dieser Ansicht passten die Resultate, zu denen der verdienstvolle Tiedemann durch die Vergleichung der Hirnbildungen der Vertebraten gekommen ist; er resumirt sie folgendermassen: ..... dass das Hirn im Embryo und Fötus (beim Menschen) die Hauptbildungsstufen durchläuft, worauf das Hirn der Thiere das ganze Leben hindurch gehemmt erscheint (Tiedemann, Anatomie und Bildungsgeschichte des Gehirnes im Fötus des Menschen nebst vergleichender Darstellung des Hirnbaues bei den Thieren. Nürnberg 1819. p. VI).

Ich brauche diese Ansicht nicht zu widerlegen und erwähne sie blos deshalb, weil sie meines Wissens die einzige allgemeine Betrachtung der Hirnbildungen bei Vertebraten, die von competenter Seite ausgesprochen, ist und die noch scheinbar viele Anhänger besitzt.

Ueber die Bildung der Aethylessigsäure aus Aethyldiacetsäure

von

A. Geuther.

Bereits im Jahre 1865 habe ich, gestützt auf meine Untersuchungen über die Einwirkung des Natriums auf Essigäther die von Frankland und Duppa durch Wechselwirkung von Iodaethyl und dem unmittelbaren Product jener Reaction (ein Gemenge von aethyldiacetsaurem Natron und Natriumalkoholat) erhaltenen Aether der Aethylessigsäure, der Diaethylessigsäure und der Diaethyldiacetsäure für secundäre Producte erklärt[1]. Ich habe damals gezeigt, wie sie aus dem Natronsalz der Aethyldiacetsäure und Natriumalkoholat und später 1866[2], wie sie aus letzterem und dem Aether der Aethyldiacetsäure hervorgehen können. Darauf habe ich 1868 durch neue Gründe diese Ansicht zu stützen versucht und dabei erwähnt, dass bei der Bildung der Aethylessigsäure aus Natriumalkoholat und Aethyldiacetsäure Aether der bei den Versuchen von Fr. und D. gleichzeitig anwesende Essigäther mit betheiligt sein kann[3].

Es lassen sich dann bei zwei verschiedenen Mengenverhältnissen drei Arten der Einwirkung denken:

I. $C^6H^9(C^2H^5)O^3 + 2\,C^2H^5NaO + 2\,C^2H^3(C^2H^5)O^2 =$
$= C^4H^7(C^2H^5)O^2 + C^6H^{11}(C^2H^5)O^2 + 2\,C^2H^3NaO^2 + C^2H^6O.$

II. $C^6H^9(C^2H^5)O^3 + C^2H^5NaO + C^2H^3(C^2H^5)O^2 =$
$= C^8H^{13}(C^2H^5)O^3 + C^2H^6O + C^2H^3NaO^2.$

III. $C^6H^9(C^2H^5)O^3 + C^2H^5NaO + C^2H^3(C^2H^5)O^2 =$
$= 2\,C^4H^7(C^2H^5)O^2 + C^2H^3NaO^2.$ [4]

Ich habe Versuche mit beiden Mengenverhältnissen angestellt.

---

1) Diese Zeitschrift Bd. II p. 419.

2) Ebend. Bd. III p. 298 u. Zeitschrift f. Chemie N. F. Bd. II. p. 441.

3) Zeitschrift f. Chemie N. F. Bd. IV. p. 60.

4) O = 16.

1. Versuch: Angewandt wurden 13 grm. ganz reiner Aethyldiacetsäure-Aether (1 Mgt.), $15^1/_2$ grm. Essigäther (2 Mgt.) und $11^1/_2$ grm. Natriumalkoholat (2 Mgt.).

Auf das in einem Wasserstoffstrom bereitete und darin durch schliessliches Erhitzen bis 140° völlig vom Alkohol befreite Natriumalkoholat wurden die beiden Aether gegossen, zuerst der Aethyldiacetsäure-Aether und dann der Essigsäure-Aether und das Rohr zugeschmolzen. Unter Wärmeentwicklung, die schon begann, als der erstere Aether noch allein mit dem Natriumalkoholat zusammen war, löst sich beim Umschütteln allmählich der grösste Theil des Natriumalkoholats, dabei tritt eine schwache Gelbfärbung und geringe Abscheidung von essigsaurem Natrón ein. Als die völlige Lösung des Natriumalkoholats durch gelinde Wärme bewirkt worden war, wobei die Abscheidung von essigsaurem Natron zunahm, blieb nach dem Kaltwerden Alles in Lösung. Das Rohr wurde nun $1^1/_2$ Stunde auf 110° erhitzt. Dabei fand reichliche Bildung von essigsaurem Natron statt, die sich beim weiteren 2stündigen Erhitzen auf 120° noch vermehrte. Der flüssige Inhalt hatte eine röthlichgelbe Farbe angenommen. Beim Oeffnen des Rohrs war kein Druck zu bemerken. Der Inhalt wurde mit wasserfreiem Aether in einen Cylinder gespült und, da die Masse sehr voluminös breiig geworden war und ein Filtriren nicht gestattete, zudem auch alkalische Reaction besass mit der für das angewandte Natrium sich berechneten Menge reiner Essigsäure (verdünnt mit dem doppelten Volumen Wasser) versetzt und durchgeschüttelt. Dabei löste sich Alles und das Ganze trennte sich in eine wässrige und eine ätherische Lösung. Die letztere hinterliess nach dem Abdestilliren des Aethers und noch vorhandenen Essigäthers im Wasserbade eine gelbgefärbte Flüssigkeit, welche der fractionirten Destillation unterworfen wurde. Es wurde gesammelt der zwischen 115 und 135°, der zwischen 135 und 175° und der zwischen 175 und 195° destillirende Theil. Ueber 195° ging fast nichts mehr über und in der Retorte blieb eine dunkle harzartige Masse. Die beiden ersten Portionen wurden zur Entfernung von überschüssiger Essigsäure wiederholt mit Wasser und später mit kohlensaurem Natron gewaschen. Da vorzüglich das erstere Product einen dem Buttersäureäther ähnlichen Geruch besass, es aber noch unveränderte Aethyldiacetsäure beigemengt enthalten konnte, so wurde mit dieser, sowie mit der 2. Portion so verfahren, wie Frankland und Duppa [1]) es angeben, sie wurde nämlich einige Zeit mit Barytwasser gekocht. Freilich wurde vermuthet, dass dabei auch ein mehr oder weniger grosser Theil von

1) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 138. p. 221.

Aethylessigsäure-Aether, wenn solcher entstanden war, mit zersetzt werden würde, was die nachherige Untersuchung der wässrigen Flüssigkeit völlig bestätigte. Das nach dieser Behandlung übrig gebliebene und mit den Wasserdämpfen überdestillirte, auf Wasser schwimmende ölförmige Product der 1. Portion wurde nach dem Trocknen über Chlorcalcium abermals fractionirt. Der grösste Theil ging zwischen 119 und 130° über, ein kleinerer zwischen 140 und 150°. Das zwischen 119 und 122° Destillirende, welches einen ganz ähnlichen nur angenehmeren Geruch, wie der Buttersäure-Aether besass, gab bei der Analyse folgende Zahlen:

0,1738 grm. lieferten 0,3741 grm. Kohlensäure und 0,1649 grm. Wasser, entsprechend 0,102027 grm. = 58,7 Proc. Kohlenstoff und 0,018322 grm. = 10,5 Proc. Wasserstoff.

Der Aethylessigsäure-Aether verlangt: 62,1 Proc. Kohlenstoff und 10,3 Proc. Wasserstoff.

Um die Verbindung im reineren Zustande zu erhalten, wurde die geringe übrig gebliebene Menge nochmals rectificirt und das zwischen 119 und 122° Destillirende abermals analysirt.

0,2039 grm. gaben 0,4272 grm. Kohlensäure und 0,1955 grm. Wasser, entsprechend 0,11651 grm. = 57,1 Proc. Kohlenstoff und 0,021722 grm. = 10,6 Proc. Wasserstoff.

Das zwischen 140 und 150° Destillirende wurde gleichfalls analysirt:

0,1719 grm. davon gaben 0,3852 grm. Kohlensäure und 0,1702 grm. Wasser, was 0,10506 grm. = 61,1 Proc. Kohlenstoff und 0,018911 grm. = 11,0 Proc. Wasserstoff entspricht.

Der bei 151° siedende Diaethylessigsäureaether verlangt: 66,7 Proc. Kohlenstoff und 11,1 Proc. Wasserstoff.

Da also seine Producte durch fractionirte Destillation der geringen Substanzmenge wegen nicht zu erhalten waren und die Untersuchung der, nach dem Kochen mit Barytwasser übrig bleibenden wässrigen Flüssigkeit, als sie mittelst Kohlensäure vom überschüssigen Baryt befreit worden war, ergab, dass sie ein nach dem Eindampfen (zuletzt über Schwefelsäure) in breiten Nadeln wasserfrei krystallisirendes, in Wasser leicht lösliches Barytsalz (I.) enthielt, welches nicht essigsaurer, sondern fast reiner aethylessigsaurer Baryt war — es enthielt 28,6 Proc. Kohlenstoff, 4,7 Proc. Wasserstoff und 43,0 Proc. Baryum —, so wurde der übrig gebliebene Theil des zwischen 119 und 125° sowohl, als des zwischen 125 und 150° Ueberdestillirten mit Barythydrat im Ueberschuss in Röhren eingeschlossen und im Wasserbade bis zur völligen Zersetzung des Aethers erhitzt. Bei der zweiten Portion vornehmlich

blieb ein Theil eines öligen Körpers unzersetzt, welcher mit Wasserdämpfen überdestillirt und nach dem Entwässern über Chlorcalcium analysirt wurde. Seine Menge war nur sehr gering, sie wurde ganz zur Analyse verbraucht, sein Siedepunct lag bei etwa 150°.

0,0824 grm. gaben 0,2004 grm. Kohlensäure und 0,0889 grm. Wasser, entsprechend 0,054655 grm. = 66,3 Proc. Kohlenstoff und 0,009878 grm. = 12,0 Proc. Wasser.

Darnach könnte es noch etwas wasserhaltiger, durch Barytwasser schwerer zersetzt werdender Diaethylessigsäure-Aether, dessen Siedepunct bei 151° liegt, gewesen sein. Derselbe verlangt nämlich 66,7 Proc. Kohlenstoff und 11,1 Proc. Wasserstoff. Aus den erhaltenen wässerigen Lösungen wurde der überschüssige Baryt mittelst Kohlensäure entfernt und nach dem Eindampfen, zuletzt über Schwefelsäure, die Salze in breiten Nadeln krystallisirt erhalten.

Das aus der von 119 und 125° destillirten Portion erhaltene Barytsalz (II.) ergab bei der Analyse die folgenden Zahlen:

0,2122 grm. lieferten 0,1563 grm. Barytsulfat, entsprechend 0,919 grm. = 43,3 Proc. Baryum.

0,3433 grm. lieferten 0,3324 grm. Kohlensäure und 0,1407 grm. Wasser, entsprechend 0,090656 grm. = 26,4 Proc. Kohlenstoff und 0,015633 grm. = 4,6 Proc. Wasserstoff. Dazu noch der an Baryt gebunden bleibende Kohlenstoff: 3,8 Proc., macht in Summa 30,2 Proc. Kohlenstoff.

Das aus der zwischen 125 und 150° destillirenden Portion erhaltene Barytsalz (III.) ergab einen Baryumgehalt von 41,9 Proc.

Baryumaethylacetat ber.	gefunden I.	gefunden II.	gefunden III.	Baryumdiaethylacetat ber.
C^4 = 30,8	28,6	30,2	—	39,2 = C^6
H^7 = 4,5	4,7	4,6	—	6,0 = H^{11}
Ba = 44,1	43,0	43,3	41,9	37,3 = Ba
O^2 = 20,6	—	—	—	17,5 = O^2
100,0				100,0

Aus dieser Zusammenstellung ergiebt sich also mit Sicherheit, dass das Barytsalz II. wirklich aethyldiacetsaurer Baryt war und demzufolge die ursprünglich erhaltene zwischen 119 und 122° destillirende Flüssigkeit zum grössten Theil aus Aethyldiacetsäure-Aether bestand, dass also Aethyldiacetsäure-Aether durch Natriumalkoholat unter Mitwirkung von Essigsäure-Aether wirklich in Aethyldiacetsäure-Aether übergeführt werden kann.

Nicht ganz sicher ist, ob auch Diaethylessigsäure-Aether mit entstanden ist, obwohl die Analyse der beim Behandeln mit Barythydrat übrig bleibenden Flüssigkeit, sowie der geringere Baryumgehalt des Salzes III., welcher einem Gemisch von aethyl- und diaethylessigsauren Baryt zukommen würde, auf seine Anwesenheit ziemlich sicher hinweist. Seine Menge würde indess im Verhältniss zu der des entstandenen Aethylessigsäure-Aethers immerhin nur unbedeutend zu nennen sein.

Diaethyldiacetsäure-Aether ist wahrscheinlich gar nicht vorhanden gewesen, denn dieser destillirt zwischen 210 und 212°; es war aber schon bei 195° alles Destillirbare übergegangen und bei wiederholter Rectification der Portion 150 — 195° ging fast alles zwischen 175 und 180° über, indem ein geringer, beim Erkalten krystallisirender Rückstand von Dehydracetsäure (der Schmelzpunct und das übrige Verhalten der Säure stimmte genau) blieb. Das zwischen 175 und 180° Destillirte war nur Aethyldiacetsäure, ohne den angewandten Aether derselben, denn beim Behandeln derselben mit Barythydrat in der Wärme wurde nur Aceton, kein Aethylaceton erhalten.

2. Versuch: Es wurden angewandt: 20 grm. Aethyldiacetsäure-Aether (1 Mgt.), 12 grm. Essigaether (1 Mgt.) und 8½ grm. Natriumalkoholat (1 Mgt.), und im Uebrigen wie im 1. Versuch verfahren. Das Verhalten war entsprechend. Die Menge essigsauren Natrons, welche sich nach dem Erhitzen des Rohrs auf 120° gebildet hatte, schien etwas geringer und die Färbung des Inhalts war etwas röthlicher als im 1. Versuch. Nachdem der Röhreninhalt mit Aether in einen Cylinder gespült und mit der für das angewandte Natrium berechneten Menge reiner Essigsäure (mit dem doppelten Volum Wasser verdünnt) versetzt war, wurde die ätherische Lösung im Wasserbade vom Aether befreit. Der dabei bleibende flüssige Rückstand, welcher bedeutender war, als im 1. Versuch, wurde sofort wiederholt mit Wasser und nachher mit reiner Sodalösung gewaschen, darauf entwässert, wiederholt fractionirt und zunächst das zwischen 118 und 130°, das zwischen 130 und 160°, das zwischen 160 und 175° und das zwischen 175 und 200° Destillirende je für sich gesammelt.

Die Menge des aus der I. Portion erhaltenen zwischen 119 und 123° Destillirenden war etwa noch einmal so gross, als im 1. Versuch und betrug circa 8 grm. Das zwischen 118 und 119°,5 und das zwischen 119°,5 — 121° daraus durch Destillation erhaltene wurde je für sich gesammelt und analysirt.

Sdp. 118—119°,5.

0,223 grm. gaben 0,4931 grm. Kohlensäure und 0,2082 grm. Was-

ser, entsprechend 0,13448 grm. = 60,3 % Kohlenstoff und 0,023133 grm. = 10,4 Proc. Wasserstoff.

Sdp. 119,5—121 °.

0,1831 grm. gaben 0,4085 grm. Kohlensäure und 0,1725 grm. Wasser, entsprechend 0,11141 grm. = 60,8 Proc. Kohlenstoff und 0,019167 grm. = 10,5 Proc. Wasserstoff.

Dieses Product, welches in seinen sonstigen Eigenschaften vollkommen mit den betreffenden des 1. Versuchs übereinstimmte, ist also fast reiner Aethylessigsäure-Aether. Es konnte hier, da seine Menge bedeutender als im 1. Versuch war, durch fractionirte Destillation in reinerem Zustande als dort erhalten werden.

Aethylessigsäure-Aether ber.	1. Versuch		2. Versuch	
C^6 = 62,1	58,7	57,1	60,3	60,8
H^{12} = 10,3	10,5	10,6	10,4	10,5
O^2 = 27,6	—	—	—	—
100,0.				

Ich habe es nicht für nöthig gehalten, auch hier wieder, wie es beim 1. Versuch geschehen ist, aus dem Aether das Barytsalz der Aethylessigsäure darzustellen, da dieses dort schon bei einem nicht so reinen Product wie hier rein erhalten worden war.

Aus der zwischen 130 und 160 ° destillirenden Portion wurde das von 150—160° übergehende gesammelt und mit überschüssigem Barythydrat und Wasser im verschlossenen Rohr bei 100 ° zersetzt. Es bildete sich viel kohlensaurer Baryt. Die nach dem Entfernen des überschüssigen Baryts durch Kohlensäure erhaltene Flüssigkeit lieferte nach dem Eindampfen, zuletzt über Schwefelsäure ein amorphes, durchsichtiges, in Wasser sehr leicht lösliches Salz, dessen Analyse folgendes Resultat ergab.

0,3121 grm. gaben 0,2362 grm. Baryumsulfat, entspr. 0,13888 grm. = 44,5 Proc. Baryum. Ferner lieferten 0,4899 grm. desselben 0,4404 grm. Kohlensäure und 0,182 grm. Wasser, entspr. 0,120109 grm. = 24,5 Proc. Kohlenstoff und 0,020222 grm. = 4,1 Proc. Wasserstoff. Dazu kommen noch 3,9 Proc. Kohlenstoff, der an Baryum gebunden zurückblieb, also in Summa 28,4 Proc. Kohlenstoff.

Darnach scheint diess Salz der Hauptsache nach aethylessigsaurer Baryt gewesen zu sein, gemengt wahrscheinlich mit etwas essigsaurem Baryt; diaethylessigsauren Baryt kann es nicht wohl enthalten haben.

Baryumaethylacetat ber.	gef.	Baryumacetat ber.
C^4 = 30,8	28,4	18,8
H^7 = 4,5	4,1	2,4
Ba = 44,1	44,5	53,8
O^2 = 20,6	—	25,0
100,0		100,0

Warum das Salz nicht krystallisirt erhalten werden konnte, selbst nach wiederholtem langsamen Eindunsten seiner Lösung über Schwefelsäure, und auch, nachdem es aus der Portion, welche zur Barytbestimmung verwandt (durch Neutralisation des vom schwefelsauren Baryt abgelaufenen Filtrats mit kohlensaurem Baryt), wiedergewonnen worden war, vermag ich nicht anzugeben.

Eine Bildung von Diaethylacetsäure-Aether konnte in diesem Versuch also auch nicht in geringer Menge stattgehabt haben. Ebensowenig scheint Diaethyldiacetsäure-Aether entstanden zu sein, denn die über 180° siedende Portion verringerte sich nach wiederholtem Rectificiren immer mehr, indem sie dabei in niedriger siedende Aethyldiacetsäure und zurückbleibende, beim Erkalten krystallisirende Dehydracetsäure zerlegt wurde. Als der letzte Rest dann mit Barythydrat und Wasser bei 100° im verschlossenen Rohr zersetzt wurde, entstand viel gewöhnliches Aceton, aber nur eine Spur durch gesättigte Chlorcalciumlösung Abscheidbares, das, dem Geruch nach zu urtheilen, wohl Aethylaceton gewesen sein wird.

Die Umsetzung der Educte im 2. Versuch entspricht der eingangs unter III. aufgeführten möglichen Gleichung vollkommen, die Umsetzung im 1. Versuch dagegen scheint, zum Theil wenigstens, nach der unter I., hauptsächlich aber auch nach der unter III. aufgeführten Gleichung verlaufen zu sein. Da es mir hauptsächlich bei diesen Versuchen auf den Nachweis der Bildung von Aethyl- oder Diaethyl-Essigsäure aus Aethyldiacetsäure ankam, so habe ich weitere Versuche, um die günstigsten Bedingungen ihrer Bildung zu erfahren, nicht angestellt.

Nachdem ich also früher die Verwandlung des Essigäthers mit Hülfe des Natriumalkoholats in aethyldiacetsaures Natron kennen gelehrt [1]) und eben die Umwandlung des Aethyldiacetsäure-Aethers mit Hülfe des Natriumalkoholats und des Essigäthers in Aethylessigsäure-Aether gezeigt habe, ist in exacter Weise dargethan, wie man durch zwei einfache Reactionen von einer fetten Säure zu ihrer Aethyl . . . . etc. Säure gelangen kann und es bedarf, glaube ich, nunmehr keiner weiteren Argumentation für meine Behauptung, sowohl

1) Diese Zeitschrift Bd. IV p. 242.

was die Constitution der Aethyldiacetsäure betrifft, als dafür, dass die Aethyl- und Diaethylessigsäure, sowie die Diaethyldiacetsäure Zersetzungsproducte jener sind. Man wird gleichzeitig auch darüber klar werden, welcher Werth solchen Untersuchungen beizulegen ist, aus welchen die Bildung des Natriumessigaethers hervorgehen soll [1]).

Kleine Mittheilungen.

Ueber die narbenförmigen Streifen in der Haut des Oberschenkels.

Von

B. S. Schultze.

Bekanntlich entstehen während des letzten Drittels der Schwangerschaft, namentlich der ersten Schwangerschaft des Weibes, in der Haut des Bauches, meist ungefähr parallel der Inguinalfalte verlaufend, röthlich durchscheinende, selten pigmentirte, kurze Streifen, welche bald nach der Geburt ihr röthliches Ansehen verlieren, als weissglänzende Streifen permanent bleiben, und als solche namentlich bei erneuter Ausdehnung des Unterleibes wieder in die Augen fallen. Dieselben rühren von einem Auseinanderweichen der Faserzüge in den oberen Schichten der Cutis her und ihre Entstehung wird der Spannung, welche die Haut des Unterleibes durch die Schwangerschaft erleidet, zugeschrieben. Ganz gleiche Streifen entstehen bekanntlich auch bei Ausdehnung des Leibes durch anderweite Tumoren und auch an der Haut anderer Theile während subacut stattfindender bedeutender Schwellung der von ihr umschlossenen Gebilde, so bei bedeutenden Oedemen, bei schneller Entwicklung eines bedeutenden Panniculus, bei bedeutender Volumszunahme der Mammae.

Die Geburtshelfer wissen, dass die Entwicklung der genannten Streifen bei manchen schwangeren Frauen früher, bei anderen später, bei manchen spärlich, bei anderen sehr reichlich stattfindet, ohne dass die Bedingungen dieser Differenzen in den einzelnen Fällen jedesmal nachweisbar wären, dass ferner in manchen Fällen erster Schwangerschaft auch bei bedeutender Ausdehnung und Spannung des Leibes keine Streifen sich entwickeln, dass in anderen Fällen dieselben fast den ganzen Unterleib bedecken und sich bis auf die hintere Hautbekleidung des Unterleibes und des Beckens erstrecken.

Häufig finden sich die genannten Streifen a u c h a n d e r V o r d e r f l ä c h e d e r O b e r s c h e n k e l. Diese Streifen am Oberschenkel sind auch in einigen Handbüchern der Geburtshilfe erwähnt, so bei Späth und bei Scanzoni, welche beide sich dahin aussprechen, dass die während der Schwangerschaft am Bauche entstehenden Streifen sich in manchen Fällen bis auf die Oberschenkel erstrecken. In anderem

[1]) Siehe Wislicenus in »Tageblatt d. 42. Versamml. d. Naturf. u. Aerzte in Dresden 1868« p. 185.

Sinne finde ich die Streifen am Oberschenkel nirgend, und namentlich nirgend in anderer Beziehung als zur Schwangerschaft erwähnt. Ich hielt danach von vorn herein, und so wird es vielen Collegen ergangen sein, die Streifen an den Oberschenkeln für Effect der Schwangerschaft, gerade so wie die Streifen am Bauche.

Es war mir nun auffallend, die Streifen am Schenkel weissglänzend wie alte Streifen zu finden bei Frauen, die offenbar zum erstenmal schwanger und am Bauch nur mit neuen rothen Streifen versehen waren, ferner die Streifen am Schenkel bei Schwangeren zu finden, bevor solche am Bauche entwickelt waren und endlich auch bei weiblichen Individuen, die nach Anamnese und Befund offenbar nie geboren hatten, die Streifen an der Vorderfläche der Oberschenkel deutlich entwickelt zu sehen.

Es war danach offenbar, dass die Streifen am Oberschenkel wenigstens in einer Anzahl von Fällen andere Entstehungsursachen als die während der Schwangerschaft am Bauch entstehenden haben. Um diesen anderen Ursachen auf die Spur zu kommen, suchte ich zunächst die Gelegenheit, eine grössere Anzahl nichtschwangerer Frauenzimmer, bei denen auch durch genaue Untersuchung constatirt werden durfte, dass sie nie geboren hätten, auf die Streifen am Schenkel zu untersuchen und fand dieselbe auf den Abtheilungen für Syphilis an grösseren Krankenhäusern. Ich sage bei der Gelegenheit den Vorständen und dermaligen Assistenzärzten auf den syphilitischen Abtheilungen der Prager, Wiener und Berliner Krankenhäuser meinen verbindlichsten Dank für ihre geneigte Unterstützung, ebenso auch den Herren Militärärzten, die mir das später zu erwähnende Untersuchungsmaterial zugänglich machten.

Meine betreffenden Untersuchungen liegen mehrere Jahre zurück. Ich hatte gehofft, dieselben zu einem mehr befriedigenden Abschlusse fördern zu können, finde es nun aber angemessener, die einstweilen gewonnenen Resultate zu veröffentlichen.

Ich untersuchte in Berlin, Prag und Wien auf den genannten Abtheilungen 223 Frauenzimmer im Alter von 15 bis 35 Jahren auf die Streifen am Schenkel. Ausgeschlossen wurden von vorn herein ältere Frauenzimmer, ferner selbstverständlich schwangere und alle diejenigen, welche nach ihrer Angabe früher schwanger gewesen oder nach dem Befund der Bauchhaut darauf verdächtig waren. Alle diejenigen, bei welchen sich Streifen an den Schenkeln vorfanden, wurden einer genauen Digitaluntersuchung unterzogen und auf Grund derselben wurde e i n Frauenzimmer, dessen Vaginalportion nicht ganz intact erschien, noch nachträglich gestrichen.

Somit umfasst meine Liste 222 Frauenzimmer im zeugungskräftigen Alter, sämmtlich mit straffer, glatter, v ö l l i g n a r b e n l o s e r B a u c h h a u t. Es kamen deren zur Untersuchung

	in Berlin	68
	in Prag	47
	in Wien	60
(2 Jahre später)	in Wien	47
	Summa	222

Von diesen 222 zeigten die bekannten Streifen an der Vorderfläche des Oberschenkels

in Berlin	23
in Prag	19
in Wien	15
in Wien	23
Summa	80

Diese 80 zeigten auch bei genauer Digitaluntersuchung nicht den leisesten Verdacht auf früher stattgehabte Schwangerschaft.

Also von Frauenzimmern, die sicher nie in vorgerückterem Stadium der Schwangerschaft sich befunden hatten, zeigten 36% die narbenartigen Streifen an der Vorderfläche der Oberschenkel.

Wie oft bei den zu meiner Beobachtung gekommenen Schwangeren Schenkelstreifen bestanden, habe ich zu notiren leider versäumt. An einer grossen Anstalt, wie z. B. in Wien, kann übrigens in einem Monat die nöthige Beobachtungszahl beigebracht werden, die ich erst in Jahren beizubringen im Stande sein würde, und ich bitte die Collegen Braun und Späth, zu constatiren, wie oft die Schenkelstreifen bei Hochschwangeren vorkommen. Es wird sich daraus in Vergleichung mit meinen Zahlen ergeben, ob Schwangerschaft überhaupt ein bedeutendes Contingent zu den Fällen, in welchen Schenkelstreifen bestehen, stellt.

Der Umstand, dass jedenfalls über 1/3 der nie hochschwanger gewesenen Weiber die Schenkelstreifen zeigten, legte die Frage nahe, ob denn etwa andere dem Weibe eigenthümliche Vorgänge in ursächlicher Beziehung zu deren Entstehung standen, oder ob bei Männern etwa gleich oft die Streifen am Schenkel vorkämen.

Gruppirung der 222 beobachteten und der 80 mit Schenkelstreifen behafteten Frauenzimmer nach Wohlbeleibtheit, Alter, Menstruationsdauer und anderen anamnestisch zu ermittelnden Umständen ergab so wenig Anhalt für Vermuthung über die Ursachen der Schenkelstreifen, wie a priori zu erwarten war, und es wäre völlig ohne Belang, die so gewonnenen Listen hieherzusetzen.

Männer im kräftigen Alter untersuchte ich 445:

130 syphilitische im allgemeinen Krankenhaus,
88 kranke im Josephinum,
198 gesunde, meist sehr wohlgenährte Steirer in einer Kaserne,
29 Mann von einer Flügelcompagnie.

Die Streifen am Oberschenkel fand ich bei den genannten Gruppen von Männern

bei den	130	6mal
- -	88	5mal
- -	198	8mal
- -	29	8mal
in Summa bei	445	27mal.

Die narbenartigen Streifen am Oberschenkel finden sich also viel seltener bei Männern (6%) als bei Weibern, die nie hochschwanger waren (36%). Es ist auch zu bemerken, dass, während die Streifen bei den Weibern ziemlich ausnahmslos senkrechte Richtung, von der Spina ant. sup. oss. Ilei fast gerade abwärts, haben, dieselben bei den Männern weit weniger constante Richtung hatten, auch spärlicher waren und dass namentlich bei den 8 von den 29 Flügelmännern die Streifen weiter rückwärts am Schenkel gelegen waren und fast quere Richtung hatten.

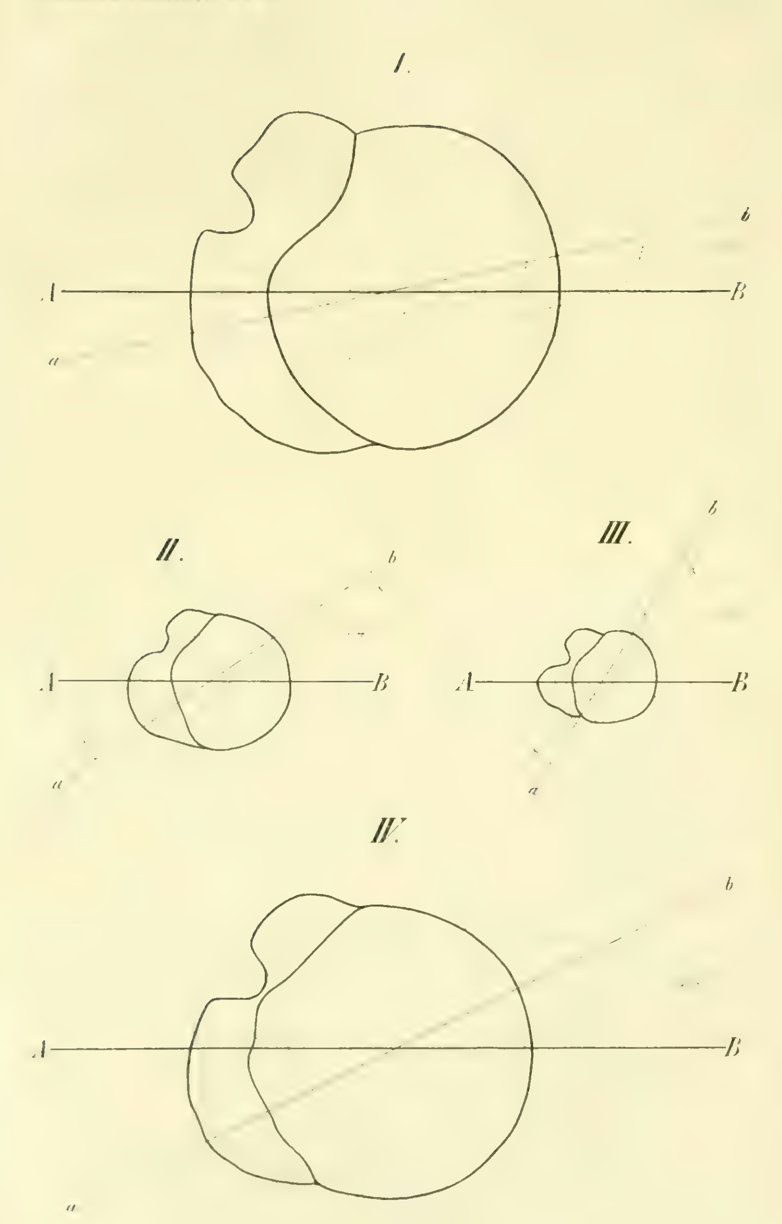
Wenn wir bedenken, dass wir die narbenartigen Streifen in der Haut da, wo wir sie auf ihre Ursachen zurückführen können, entstehen sehen durch Dehnung der Haut in Folge schnellen bedeutenden Wachsthums der von der Haut umschlossenen Gebilde und dass wir sie meist entstehen sehen in senkrechter Richtung auf diejenige, in welcher die Dehnung vorwiegend stattfand, so z. B. während der Schwangerschaft parallel der unteren Grenze des Bauches; wenn wir die Thatsachen zusammenhalten, dass bei mannbaren Weibern, deren Bauch keinerlei Spuren früher stattgehabter Ausdehnung zeigte, in 36% längsverlaufende Streifen an der Vorderfläche der Oberschenkel sich fanden, während von Männern nur 6% ähnliche

Streifen und von minder constanter Richtung, auffallend lange Männer aber in mehr als 25 % solche in querer Richtung zeigten, ferner dass bei Weibern zur Zeit der Pubertätsentwickelung ein auffallendes Breitenwachsthum des Körpers in der Hüftgegend stattfindet, welches in gleicher Weise jedenfalls nicht bei Männern beobachtet wird: so liegt es sehr nahe, das auffallende Breitenwachsthum des Weibes in der Hüftgegend in Beziehung zu setzen mit dem auffallend häufigen Vorkommen längsverlaufender Schenkelstreifen beim Weibe.

Das Breitenwachsthum des Weibes in der Hüftgegend zur Zeit der Pubertätsentwickelung ist zum grossen Theil bedingt durch Entwickelung eines sehr reichlichen Panniculus, zum grossen Theil aber auch durch Breitenentwickelung des Skelets dieser Gegend.

Die vorstehend mitgetheilten Beobachtungen geben mir nicht das Material, ein festes Urtheil über die Bedingungen der Entwickelung der Schenkelstreifen zu gewinnen; möglich, dass deren mehrere ziemlich gleich häufig concurriren. Wenn ich aber erwäge, dass unter den von mir untersuchten Männern ein starker Panniculus an den Schenkeln wohl mindestens ebenso häufig vertreten war als bei den untersuchten Weibern, dass ich aber die längsverlaufenden Schenkelstreifen bei Männern überhaupt nie so ausgeprägt wie bei den Weibern, und dass ich Schenkelstreifen bei Männern in 6 %, bei nie schwanger gewesenen Weibern in 36 % fand, dass ferner die auffallend langen Männer auffallend häufig Schenkelstreifen, aber querlaufende zeigten, so muss ich weit mehr geneigt sein, die Entwickelung der Schenkelstreifen mit dem Skeletwachsthum als mit einem Wachsthum des Panniculus in Verbindung zu bringen.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

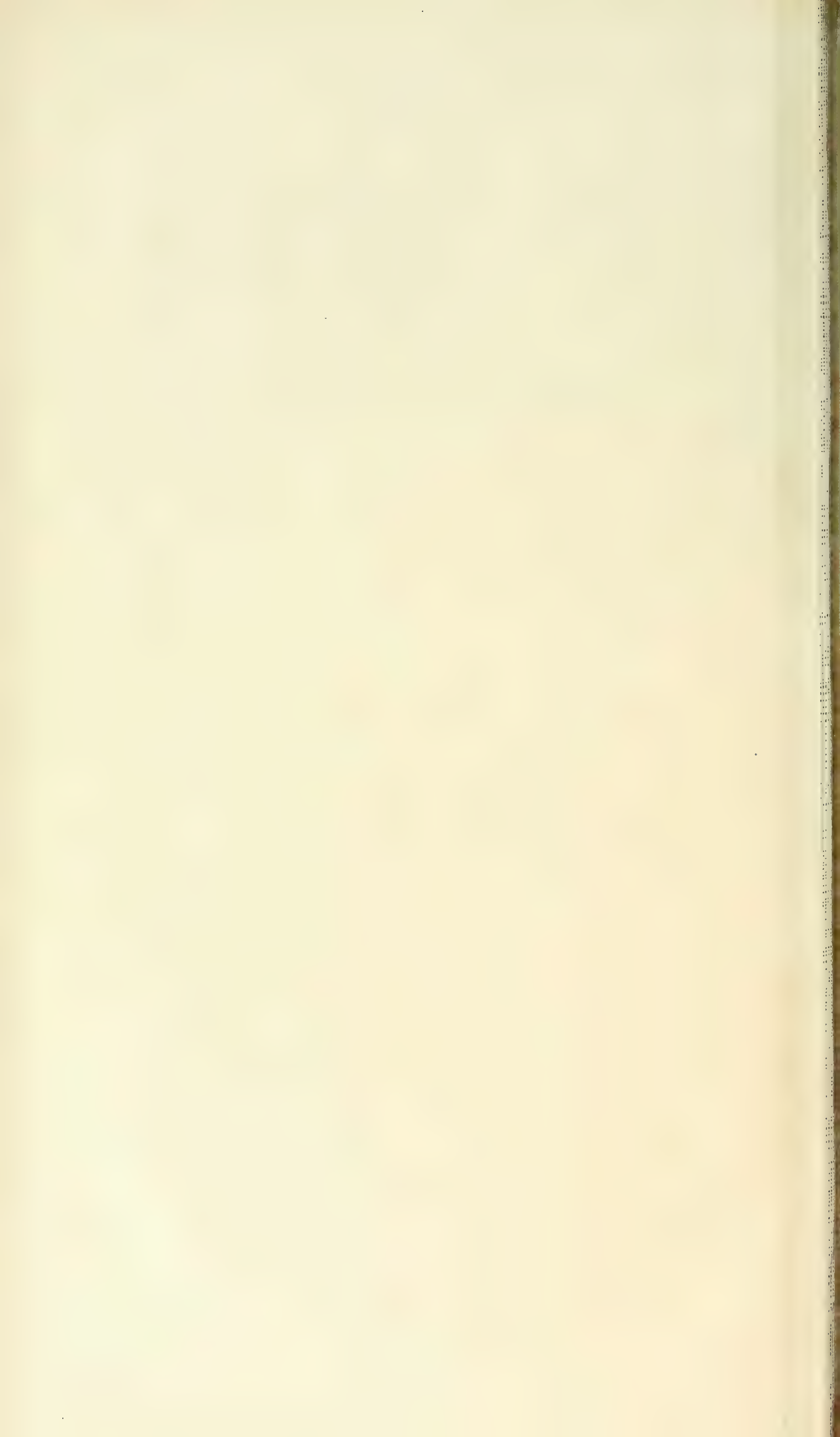


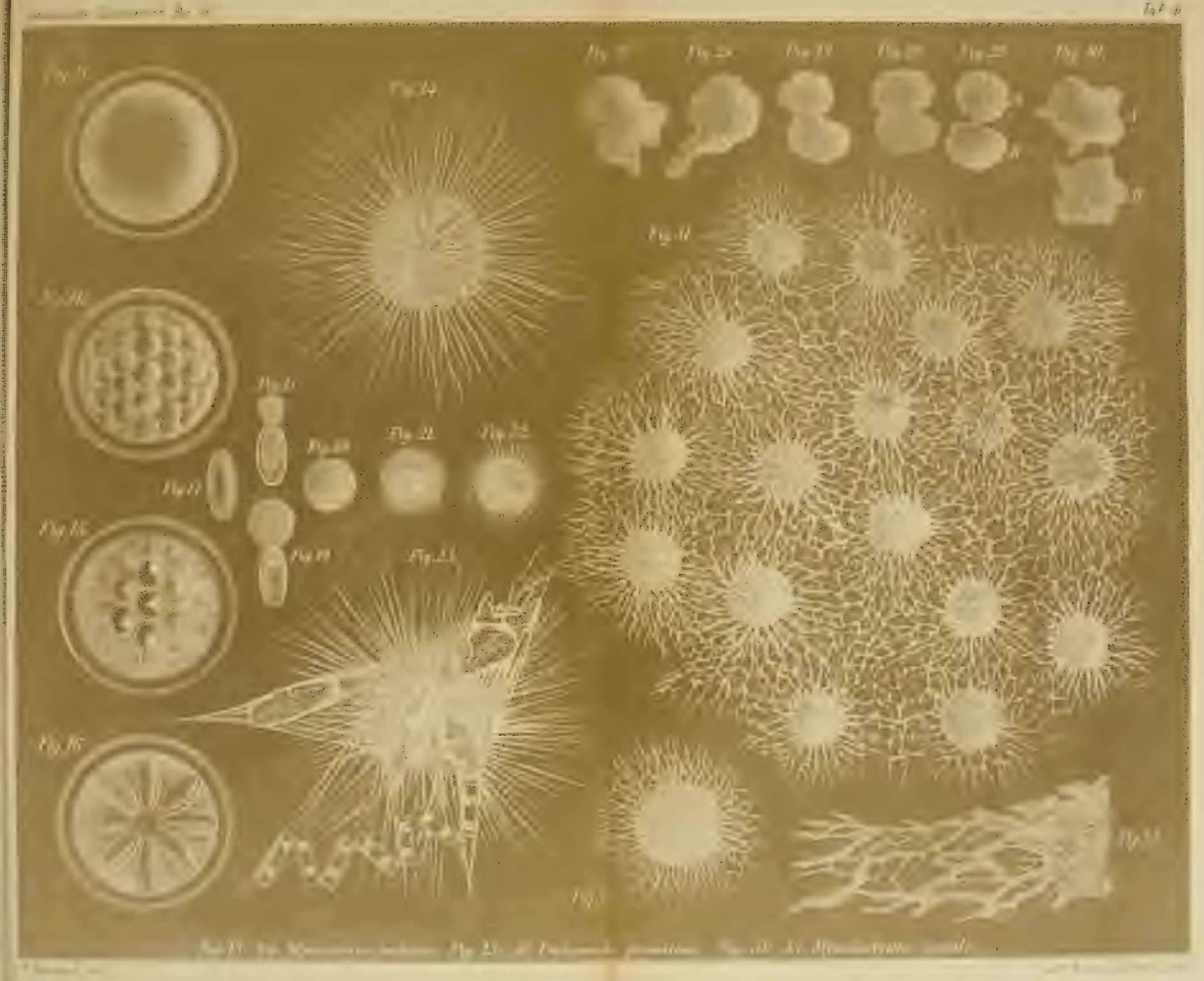
I.
A
B
a
b
II.
III.
IV.



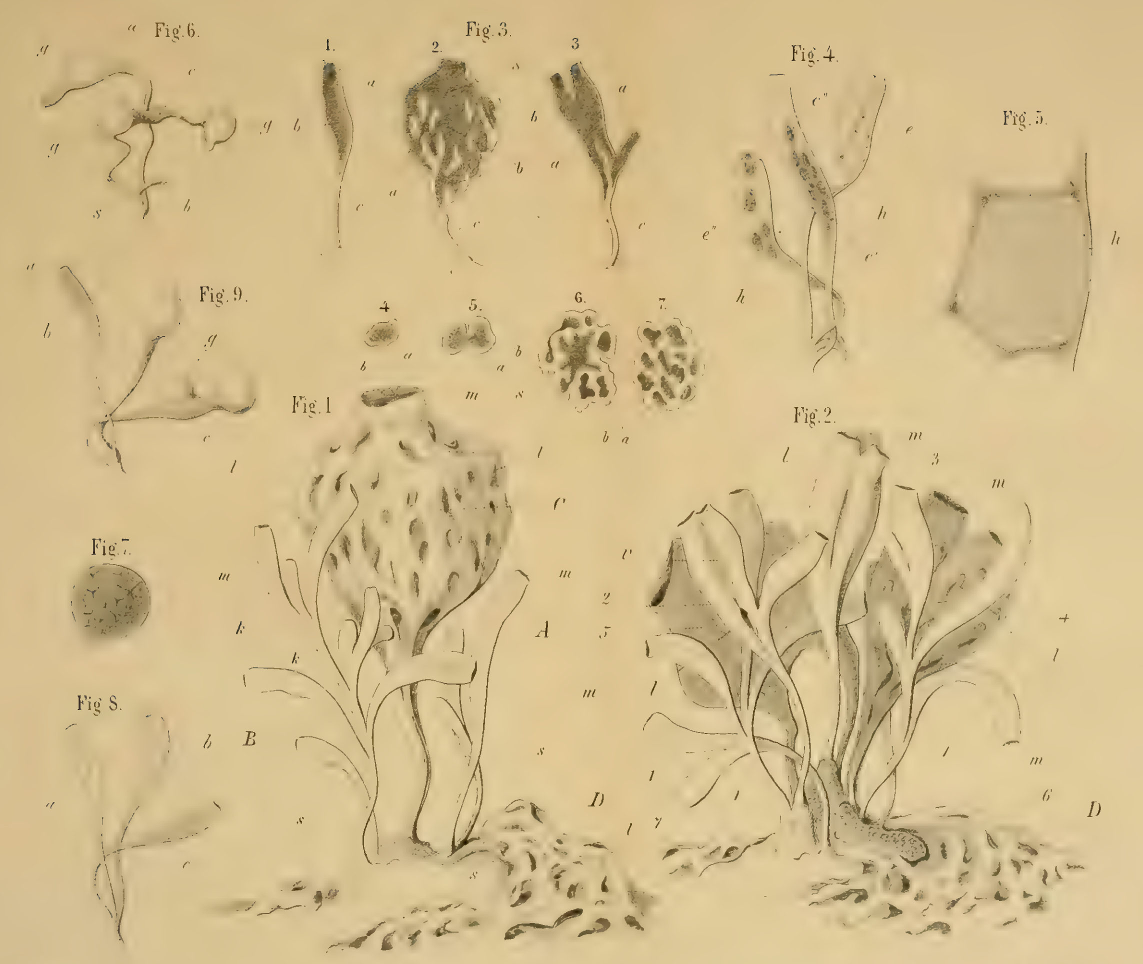


Fig. 1–12. Protomyxa aurantiaca








Fig. 1
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig 8.
Fig. 9.
A
B
C
D



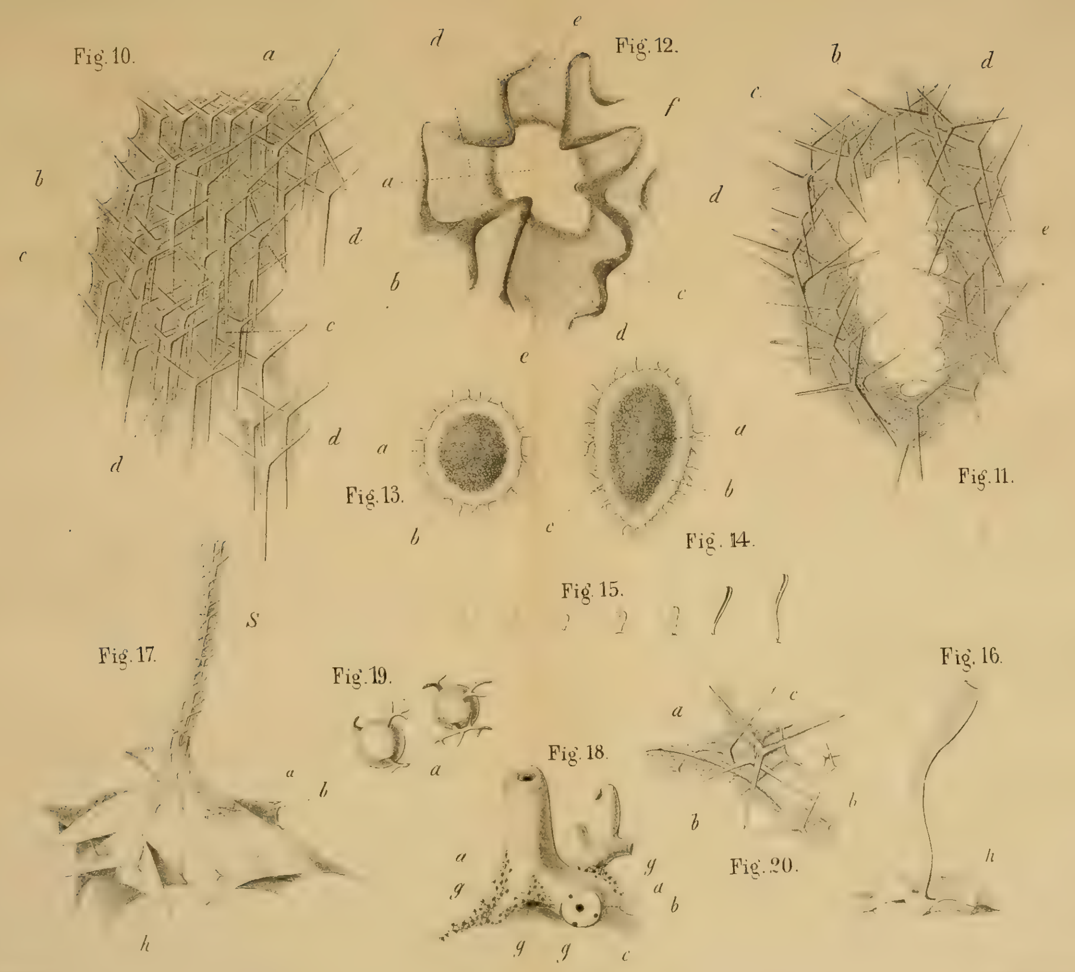

Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.



Fig. III.

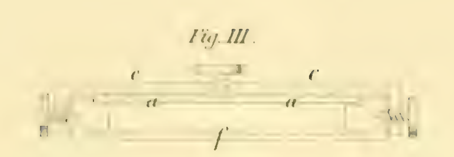


Fig. I.

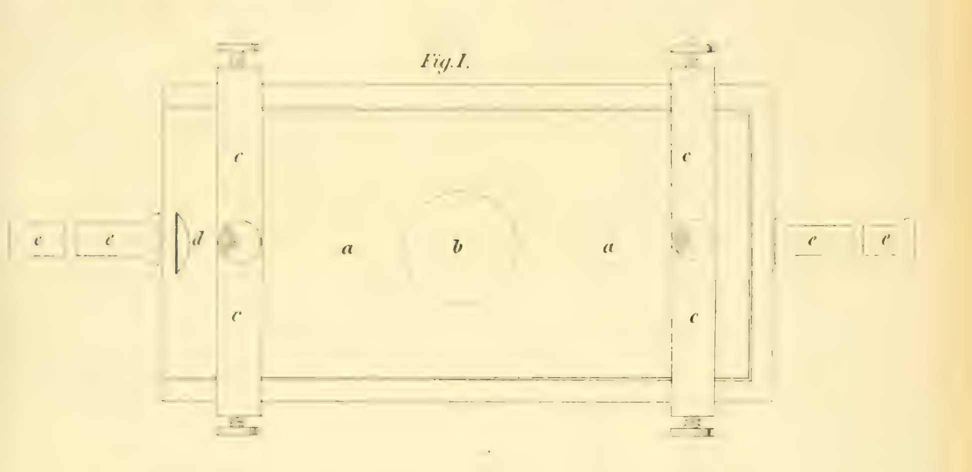


Fig. II.

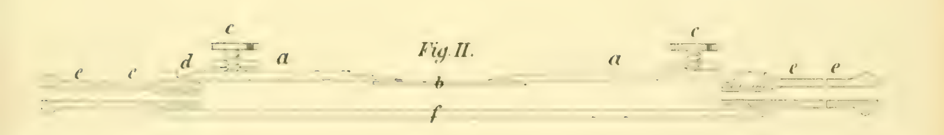
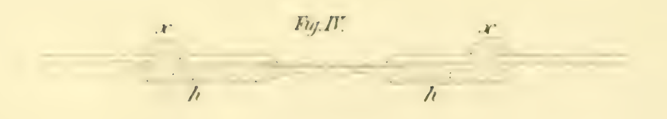
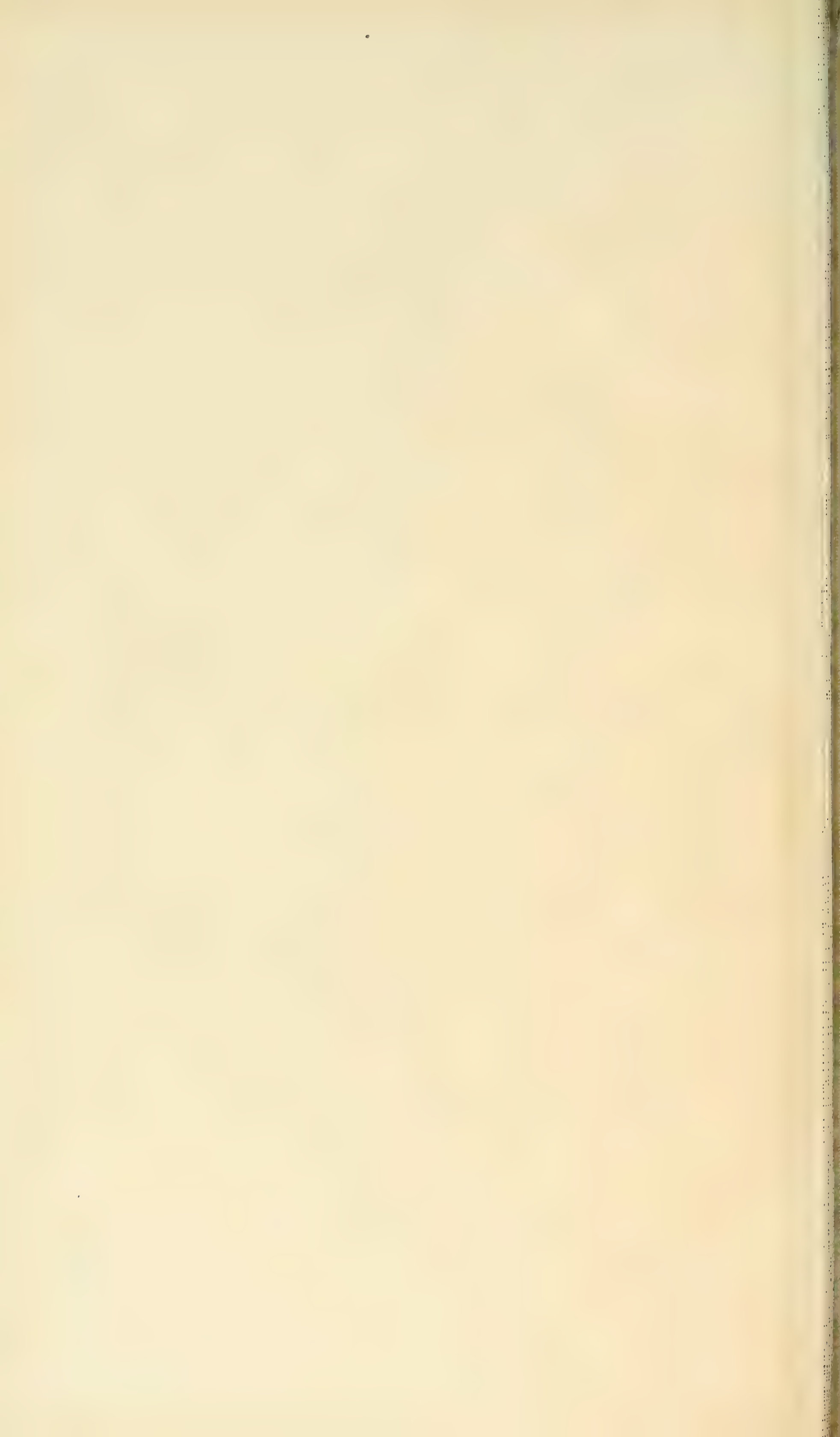


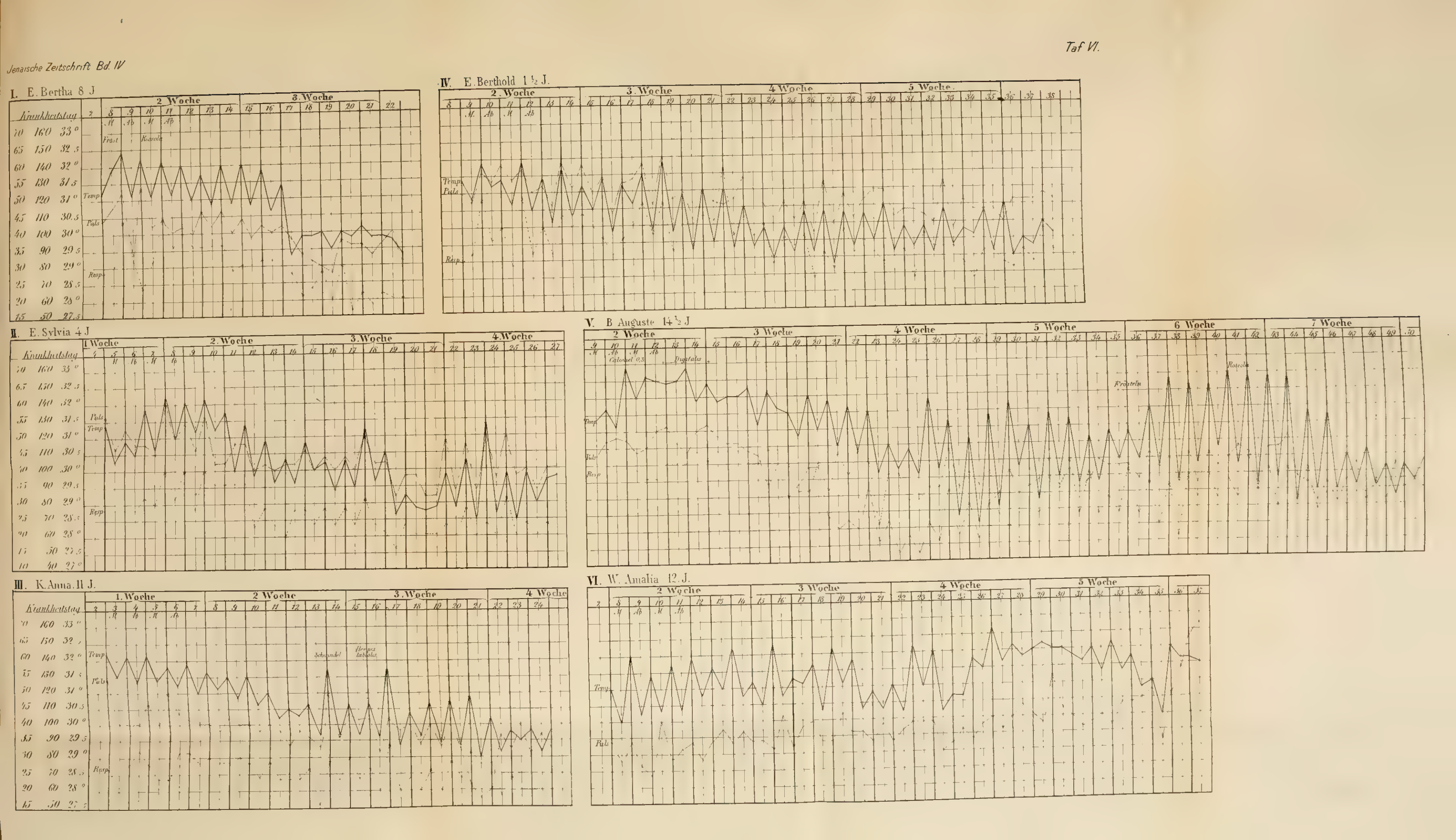
Fig. V.
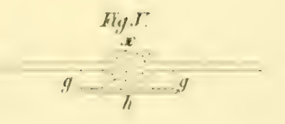


Fig. IV.






I. E. Bertha 8 J.
Krankheitstag
2 Woche
3. Woche
Temp
Puls
Resp
Frost
Roseola
II. E. Sylvia 4 J.
1 Woche
2. Woche
3. Woche
4. Woche
III. K. Anna. 11 J.
1. Woche
2 Woche
3. Woche
4 Woche
Schwindel
Herpes labialis
IV. E. Berthold 1½ J.
2. Woche
3. Woche
4 Woche
5 Woche
V. B Auguste 14½ J.
2 Woche
3 Woche
4 Woche
5 Woche
6 Woche
7 Woche
Calomel 0.3
Digitalis
Frösteln
Roseola
VI. W. Amalia 12. J.
2 Woche
3 Woche
4 Woche
5 Woche









